فصلنامه
آموزش مهندسی ایران
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

گروه علوم مهندسی

■ شماره ۹۹ ■ سال بیست و پنجم ■ پاییز ۱۴۰۲

۹۹

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و پنجم ■ پاییز ۱۴۰۲ ■ گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

E-ISSN: ۲۷۸۶-۴۸۸۱
ISSN: ۱۶۰۷-۲۳۱۶
DOI: ۱۰.۲۳۰۷۴۷/ijee
DOR: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۱۶۰۷۲۳۱۶

- **پیشگفتار:** گزارش پژوهش‌های شاخه مهندسی مواد و معدن پیرامون آموزش مهندسی
- **ترمودینامیک مهندسی شیمی: بازنگری در محتوا و آموزش**/ لیلا ورگزاده و غلامرضا یازوکی
- **رویکردی نو در کاهش بار روانی امتحان و افزایش یادگیری در آموزش مهندسی**/ رحمت ستوده قرمباغ و امیرحسین درخشانی
- **بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران: شناسایی راهکارها**/ محسن نظرزاده زارع
- **تحلیل ساختار دانشی آموزش مهندسی ایران با رویکرد هم‌رخدادی واژگان طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۱**/ احسان گرایی و افسانه عبدلی
- **بررسی رابطهٔ بین روش تدریس، انگیزش و یادگیری دانشجویان (مقایسه‌ای بین دانشجویان مهندسی و غیرمهندسی)**/ امید مهدیه، داود عباسی و معصومه سلمانی
- **تأثیر شایستگی‌های فردی و مالی بر قصد کارآفرینی دانشجویان خارجی: نقش میانجی انگیزه حفاظتی**/ مرتضی اکبری، علیرضا حاتمی، حدیث پورجمشیدی و نسرین ماه‌آوری‌پور
- **بیانیه هشتمین کنفرانس بین‌المللی آموزش مهندسی ایران**
- **معرفی کتاب**

بسم الله الرحمن الرحیم

گروه علوم مهندسی

فصلنامه
آموزش مهندسی ایران

سال بیست و پنجم، شماره ۹۹، پاییز ۱۴۰۲

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
مدیر مسئول: دکتر محمود یعقوبی
سردبیر: دکتر محمود یعقوبی
مدیر داخلی: دکتر میترا ملائی پروری
ویراستار: عاطفه قنبری
صفحه‌آرایی: مجید میراب‌زاده
طراحی جلد: خیرالله اصغری

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

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

هیأت تحریریه

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

هیأت مشاوران

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

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

پایگاه‌ها

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

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

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

فهرست مطالب

فصلنامه
آموزش مهندسی ایران

پیشگفتار: گزارش پژوهش‌های شاخه مهندسی مواد و معدن پیرامون آموزش مهندسی ۱

ترمودینامیک مهندسی شیمی: بازنگری در محتوا و آموزش..... ۱۱
لیلا زرگرزاده و غلامرضا پازوکی

رویکردی نو در کاهش بار روانی امتحان و افزایش یادگیری در آموزش مهندسی ۲۷
رحمت ستوده قره‌باغ و امیرحسین درخشانی

بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران: شناسایی راهکارها..... ۴۳
محسن نظرزاده زارع

تحلیل ساختار دانشی آموزش مهندسی ایران با رویکرد هم‌رخدادی واژگان طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۱.....۶۵
احسان گرایی و افسانه عبدلی

بررسی رابطهٔ بین روش تدریس، انگیزش و یادگیری دانشجویان (مقایسه‌ای بین دانشجویان مهندسی و غیرمهندسی) ۹۱
امید مهدیه، داود عباسی و معصومه سلمانی

تأثیر شایستگی‌های فردی و مالی بر قصد کارآفرینی دانشجویان خارجی: نقش میانجی انگیزه حفاظتی.....۱۱۱
مرتضی اکبری، علیرضا حاتمی، حدیث پورجمشیدی و نسرین ماه‌آورپور

بیانیه هشتمین کنفرانس بین‌المللی آموزش مهندسی ایران ۱۲۹

معرفی کتاب ۱۳۱

چکیده انگلیسی مقالات 1

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

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

پیشگفتار
گزارش پژوهش‌های شاخه مهندسی مواد و معدن پیرامون آموزش مهندسی

بیست‌وپنجمین سال انتشار فصلنامه آموزش مهندسی ایران را به گروه علوم مهندسی و تمامی دست‌اندرکاران و مسئولان این فصلنامه تبریک می‌گوییم و برایشان توفیق بیشتر آرزو می‌کنیم.

به آن‌گونه که در سرخط اهداف نوشته شده است:

«هدف از انتشار فصلنامه آموزش مهندسی ایران، کمک به ارتقا و توسعه کمی و کیفی آموزش مهندسی کشور است».

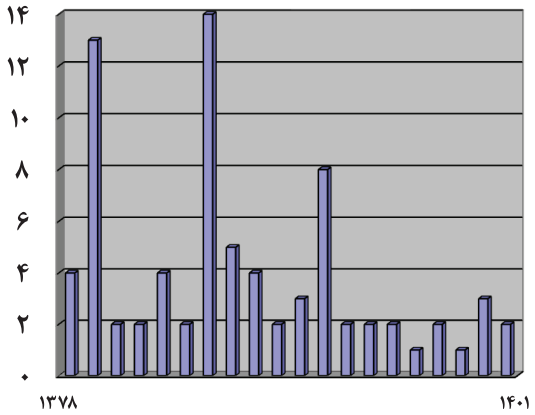
که از تاریخ مهندسی، آموزش‌های فنی روزگاران کهن تا حال و تا مرزهای نوین در آموزش مهندسی و نوآوری‌های جهانی، آینده‌نگری و نظام‌های آموزشی تخصصی و تعریف‌شده تا آموزش برخط و هر تحول دیگری که در ایران و جهان رخ دهد را در برمی‌گیرد و در این میان دیدگاه‌هایی روشن بر اخلاق مهندسی، خلاقیت محیط زیست، پژوهش، فناوری، صنعت و دانشگاه می‌گشاید.

مسلماً انتظار نیست که نیل به هدف‌ها، با نسبت و درصد مشخص شود زیرا هدف‌های ارتقایی، پایانی ندارند و پایان ارتقا و تکامل دانسته‌ها و توانسته‌های بشر، همان ابدیتی است که بی‌پایان است. سخن اصلی بر ارزیابی حرکت صحیح در راستای هدف است و نه رسیدن به هدف بی‌پایان. شاخه مهندسی مواد و معدن که از ابتدا، همکاری‌های نزدیک با فصلنامه داشته و دارد، بر آن است که با مروری مختصر بر عملکرد خود راه را برای نقد کاستی‌ها و کاهش کاستی‌ها بگشاید.

۱- کمیت و طبقه‌بندی مقالات

مجموع مقالاتی که تا اسفند ۱۴۰۱ توسط حداقل یک نفر از اعضای شاخه به صورت مستقل یا با همکاری دیگر اعضای شاخه، اعضای گروه علوم مهندسی و یا دیگر پژوهشگران در فصلنامه انتشار یافته، ۷۵ مقاله است. نمودار ۱ تعداد مقالات منتشرشده از ۱۳۷۸ تا پایان ۱۴۰۱ را نمایش می‌دهد و نشانگر آن است که در همکاری‌های مستقیم شاخه از نظر ارائه مقالات، در سه پنجه اول بسیار خوب

و در پنجه چهارم و بعد کاهش چشمگیری وجود دارد که در ادامه این مقاله بررسی و تحلیل می‌شود.



نمودار ۱. تعداد مقالات در سال‌های انتشار فصلنامه

۷۵ مقاله ارائه‌شده زمینه‌های متنوعی از آموزش مهندسی، آموزش مهندسی مواد و معدن، ارزیابی آموزشی تاریخ مهندسی، اخلاق مهندسی، محیط زیست و سایر زمینه‌های فرهنگی مرتبط با آموزش به طور عام و یا آموزش مهندسی به طور خاص را شامل می‌شوند که می‌توان آنها را به صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

۱. اختصاصی مواد و معدن ۱۷ مقاله شماره‌های ۱-۱۷ منابع مراجعه
۲. اختصاصی مهندسی و آموزش مهندسی ۳۰ مقاله شماره‌های ۱۸-۴۷ منابع مراجعه
۳. آموزش دوره‌های دکترای مهندسی ۱۲ مقاله شماره‌های ۴۷-۵۹ منابع مراجعه
۴. فرهنگی، تاریخی و.... ۸ مقاله شماره‌های ۵۹-۶۷ منابع مراجعه
۵. ادبیات ایران و مهندسی ۸ مقاله شماره‌های ۶۷-۷۵ منابع مراجعه

علاوه بر مقاله‌های ارائه‌شده، ۵ مقاله توسط همکارانی غیر از شاخه مهندسی مواد و معدن و در زمینه‌های مهندسی مواد یا مهندسی معدن انتشار یافته است که با توجه به عنوان این گزارش، در مجموع مقالات لحاظ نشده است. ولی با توجه به تعداد استادان در مهندسی مواد، معدن و متالورژی، بسیار کم و از نظر برد و دامنه فصلنامه آموزش مهندسی شایسته بررسی است.

۲- طرح‌های پژوهشی

اعضای شاخه مهندسی مواد و معدن در طی سال‌های گذشته، ۲۰ طرح پژوهشی و پروژه فرهنگستانی را اجرا و به پایان رسانیده اند و در انتشار مقاله‌های یک پروژه مربوط به شاخه مهندسی مکانیک نیز همکاری کرده‌اند.

در جدول ۱. عناوین طرح و پروژه‌های شاخه مهندسی مواد و معدن، مجری اصلی به ترتیب سال پایان پروژه درج شده است.

جدول ۱. پروژه‌های انجام‌شده توسط اعضای شاخه مهندسی مواد و معدن

ردیف	عنوان طرح	مجری اصلی	سال پایان
۱	الگوی رشد تولید آهن و فولاد	ناصر توحیدی	۱۳۷۷
۲	تحلیل تاریخی آموزش فنی و مهندسی در ایران و....	جلال حجازی	۱۳۷۷
۳	ارزیابی دوره‌های تحصیلات دکترای مهندسی [مکانیک] در ایران و...	قدرت‌اله کرمی	۱۳۷۹
۴	الگوی نظام آموزش مهندسی مواد	جلال حجازی	۱۳۸۳
۵	تهیه طرح جامعه توسعه پایدار	پرویز دوامی	۱۳۸۳
۶	فرار مغزها یا گردش اندیشه‌ها	پرویز دوامی	۱۳۸۳
۷	تحقیق در تاریخ علوم مهندسی بر طبق مستندات مکتوب	غلامحسین دانشی	۱۳۸۴
۸	علل عدم پیشرفت فناوری در ایران	پرویز دوامی	۱۳۸۵
۹	تولید و مصرف فلزات استراتژیک در ایران و جهان	ناصر توحیدی	۱۳۸۶
۱۰	سازوکار ارزیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران	حسین معماریان	۱۳۹۰
۱۱	تاریخ مهندسی ایران	پرویز دوامی	۱۳۹۲

نگاهی به عنوان پروژه‌ها و عناوین مقالات مشخص می‌کند که اکثر مقاله‌های انتشاریافته، برگرفته از پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی انجام شده است (به احتمال بسیار بالا در سایر شاخه‌ها نیز همین روند حاکم است). انتشار مقاله‌های حاصل از طرح‌ها در فصلنامه آموزش مهندسی، زمینه‌های آگاهی و برد وسیع‌تری را برای اطلاع علاقه‌مندان فراهم می‌سازد. متأسفانه بیش از ده سال از آخرین پژوهش می‌گذرد و به دلیل مشکلات مالی فرهنگستان، هیچ طرح جدیدی از شاخه مهندسی مواد و معدن به تصویب نرسیده است. این موضوع از دو منظر افزایش توان گروه علوم مهندسی در نقد و بررسی آموزش عالی ایران و زمینه‌های پژوهشی و آینده‌نگری از یک سو و نیز انتشار نتایج و ایجاد زمینه‌های آگاهی در دامنه بیشتری از مخاطبان از سوی دیگر، شایان بررسی و برنامه‌ریزی است.

۳- مقاله‌های اختصاصی مواد و معدن

فلسفه، الگو و نظام آموزش مهندسی مواد، مدل‌های آموزشی، دامنه مواد مهندسی، هدف‌های اشتغالی، توانایی‌های دانشجو، تضمین کیفیت آموزشی، بازنگری برنامه‌های درسی، روند تاریخی آموزش مواد، رشد و توسعه صنایع تولید آهن و فولاد، پایگاه آموزش معدن، استفاده از منابع اینترنتی، طبقه‌بندی و گرایش‌های آموزش مواد و ... مجموعه مقالات ۱۷ گانه‌ای است که توسط اعضای شاخه انتشار یافته است. [۱-۱۷].

در این مجموعه، ۲ مقاله توسط تمام اعضای شاخه (در زمان انتشار) و چندین مقاله مشترک بین ۲ تا ۳ نفر از اعضای شاخه تدوین و انتشار یافته و نشانگر همکاری‌های نزدیک بین اعضای شاخه مواد و معدن است. نشریه شماره ۲۶ [۱۳۸۴] ویژه‌نامه سال هفتم فصلنامه است که به شاخه مواد و معدن اختصاص یافته و ۹ مقاله مشترک در آن انتشار یافته است.

۴- مقاله‌های اختصاصی مهندسی و آموزش مهندسی

نگاهی به ۳۰ مقاله ارائه‌شده در این بخش [۱۸-۴۷ منابع مراجعه]، نمایانگر نکات بسیار مهمی در آموزش مهندسی و نیازهای آموزش مهندسی است.

شناسایی ارکان نظام آموزش مهندسی، تعریف مهندسی، فناوری، دانش فنی، مدل‌ها و الگوهای ارتباط صنعت و دانشگاه، ارزیابی‌های نظام آموزش مهندسی، کاستی‌های برنامه‌های مهندسی اخلاق مهندسی، راهبردهای آموزش مهندسی و نکات بسیار دیگر در انگیزه، هدف، نهضت‌های جهانی از سرفصل‌های اصلی آموزش مهندسی در این بخش از مقاله‌ها است که هر چند ممکن است در ظاهر، دارای پاره‌ای از تفاوت‌ها یا حتی تضادهایی با هم باشند، ولی در مجموع مکمل یکدیگر و راهنمایی برای شناخت مهندسی، هدف‌های مهندسی و آموزش مهندسی است.

۵- مقاله‌های آموزش دوره‌های دکترای مهندسی

مجموعه مقالات دوازده‌گانه‌ای که در نشریه شماره ۱۰ در سال ۱۳۸۰ و در سال سوم انتشار فصلنامه ارائه شده، نمایشگر یک کار بزرگ گروه علوم مهندسی است که ۱۲ نفر از شاخه‌های مختلف در تهیه و تدوین آنها از نتایج کار پژوهشی ارزیابی دورههای تحصیلات دکترای مهندسی [شاخه مکانیک] مشارکت داشته اند. در حقیقت همکاری‌هایی چنین گسترده، گروه علوم مهندسی فرهنگستان را در نیل به اهدافی که دارد، پرتوان‌تر و پویاتر می‌سازد.

عناوین مقالات در حقیقت، دامنه وسیعی از ارکان نظام آموزشی دکترای مهندسی را در برمی‌گیرد که از ضرورت‌های ارزیابی، کیفیت تدریس، استادان راهنما، صنعت و دانشگاه، مشکلات آموزشی، الگوهای آموزشی تا زمان‌بندی، دفاع، ضرورت انتشار مقاله و گزینش دانشجو را شامل می‌شود. این که مجموعه این مقالات تا چه اندازه بر روند تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مدیران و مسئولان دوره‌های آموزشی دکترای مهندسی، اثرگذار بوده است، مشخص نیست ولی با توجه به نویسندگان مقاله که هر یک در حرفه خود صاحب‌نام و تأثیرگذار هستند، می‌توان نتیجه گرفت که می‌تواند به بخش مهمی از نیازها پاسخ دهد. متأسفانه بعد از سال ۱۳۸۰، چنین همکاری وسیعی در گروه علوم مهندسی شکل نگرفت و بیشتر فعالیت‌های پژوهشی در شاخه‌ها و در بسیاری از موارد، توسط یک فرد (با همکاری دانشجویان) انجام یافت.

۶- مقاله‌ها آموزش عمومی و فرهنگی

۸ مقاله که در این بخش ارائه شده است، در حالی که گاه به گذشته‌های دور می‌نگرد، نگاهی به حال و آینده دارد. فرار مغزها، آسیب‌های آموزش عالی ایران، آموزش در جهان صنعتی و سمت و سوی تحقیقات صنعتی، واکاوی‌های تجربه‌های گذشته و ... سرفصل‌های اصلی در این بخش را تشکیل

می‌دهند، زمینه‌هایی که فرهنگستان به طور عام و گروه علوم مهندسی به شکلی خاص باید آن‌ها را پیگیری کند.

۷- ادبیات فارسی، فن و مهندسی

این بخش را با یاد همکار و استاد ارزنده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه صنعتی شریف، زنده‌یاد دکتر غلامحسین دانشی باید آغاز و پایان داد. او جستجوگری توانا بود با شناختی وسیع از مهندسی و ادبیات کهن ایران و بسیار می‌کوشید تا گذشته گم‌گشته ما را پیدا کند و به ما بشناساند. ۸ مقاله‌ای که در فصلنامه آموزش مهندسی (۶۸ - ۷۵) منتشر شده، از اوست و کاش می‌ماند و این کار بزرگ فرهنگی را ادامه می‌داد.

۸ - سخن پایانی

تأسیس دارالفنون به همت میرزا تقی خان امیرکبیر (۱۲۳۰ شمسی - ۱۸۵۱ میلادی) فقط با یک رشته معدن بیش از ۱۷۰ سال سابقه دارد و از تأسیس دانشکده فنی دانشگاه تهران (۱۳۱۳ شمسی - ۱۹۳۴ میلادی) با دو رشته مهندسی که پس از چند سال با ۴ رشته معدن، مکانیک، برق و ساختمان ادامه یافت، حدود ۹۰ سال می‌گذرد. اکنون تعداد رشته‌ها و گرایش‌های مهندسی در سراسر ایران بیش از ۱۰۰ رشته و گرایش است و دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترای مهندسی نیز بر آنها افزوده شده است. در طی این دوران، محتوای دروس، روش‌های آموزشی، نحوه پذیرش دانشجو، دامنه تحقیقات پایان‌نامه‌ای و بسیاری دیگر از ارکان نظام آموزشی دگرگون شده است و هیچ دوره (حتی ده ساله) را نمی‌توان با دوره قبل یا بعد از آن مقایسه کرد. تعداد و تنوع دانشگاه‌ها و مراکز آموزش مهندسی نیز چنین است. این موضوع اختصاص به ایران نداشته و در تمام جهان شاهد چنین تغیرات کمی و کیفی وسیع هستیم.

در میان چنان تغییرات وسیعی در بسیاری از دانشگاه‌های جهان، دو اصل بارز و اساسی وجود دارد:

۱- تغییرپذیری و عدم سکون ۲- پایداری و تداوم

دو اصلی که اگر محورهای آنها به خوبی شناخته نشوند، ظاهری متضاد و متناقض دارند در حالی که مکمل یکدیگر هستند. اولی به طور کلی شرایط دگرگونی جهان، علم، فناوری و سرعت انتقال را نشانه گرفته است و دومی همچون اصول ریاضی، ثابت و به انسان بودن انسان، کارا بودن او، حفاظت از محیط زیست، اخلاق، قابلیت و توانایی در پذیرش مسئولیت و تداوم پیشرفت‌ها، اشاره دارد.

آگاهی از تغییرات جهانی، سازگارسازی تغییرات با خواسته‌ها، توان‌ها و نیازهای کشور، بهره‌گیری از تمام سامانه‌های کمک‌آموزشی از نکاتی است که با توجه به تمام تجربه‌ها، کتاب‌ها، مقاله‌ها و سخنرانی‌های گذشته باید مد نظر قرار گیرد. طرح‌های پژوهشی و پروژه‌های گوناگون در شاخه یا گروه، زمینه‌ساز مؤثری در هدف‌های فوق است. شاخه مهندسی مواد و معدن کوشش‌های خود را در این

راستا به کار خواهد بست. امید آن که گروه علوم مهندسی و فصلنامه آموزش مهندسی، در گسترش این راه یاری‌رسان باشند تا آموزش مهندسی ایران با حفظ اصول، همواره با تغییرات جهانی و پیشرفت دائمی همراه باشد و فصلنامه آموزش مهندسی در سطح دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی کشور، جایگاه حقیقی خود را بازیابد.

این مجموعه یادآور نام و خاطره استادان فرهیخته عضو سابق شاخه مواد و معدن، سرکار خانم دکتر افسر سیار و زنده‌یادان دکتر غلامحسین دانشی و دکتر سعید ناطق است.

شاخه مهندسی مواد و معدن
فرهنگستان علوم ج.ا. ایران
آذر ۱۴۰۲

منابع مراجعه: مقالات انتشاریافته توسط اعضای شاخه مهندسی مواد و معدن

ردیف	عنوان مقاله	نویسنده [ها]	شماره نشریه	سال	دوره
۱	پیشنهادی برای نظام آموزش مهندسی مواد	اعضای شاخه	۲	۱۳۷۸	۱
۲	تضمین کیفیت آموزش مهندسی معدن ایران	حسین معماریان	۱۹	۱۳۸۲	۵
۳	مواد یا مواد مهندسی	جلال حجازی	۱۹	۱۳۸۲	۵
۴	مرزهای رشد و توسعه صنایع تولید آهن و	ناصر توحیدی	۲۰	۱۳۸۲	۵
۵	پایگاه اطلاعات آموزش معدن و مواد در ایران	حسین معماریان	۲۵	۱۳۸۴	۷
۶	فلسفه نظم آموزش مهندسی مواد و توانایی‌های دانشجو	اعضای شاخه	۲۶	۱۳۸۴	۷
۷	مدلی برای آموزش مهندسی متالورژی در ایران	پرویز دوامی	۲۶	۱۳۸۴	۷
۸	آموزش مهندسی مواد و متالورژی در ایران	جلال حجازی	۲۶	۱۳۸۴	۷
۹	آموزش مهندسی متالورژی و مواد در اروپا	جلال حجازی- پرویز دوامی- ناصر توحیدی	۲۶	۱۳۸۴	۷
۱۰	گرایش‌ها و مراکز آموزش رشته مهندسی مواد و متالورژی در ایران	جلال حجازی مرضیه خیرخواه	۲۶	۱۳۸۴	۷
۱۱	هدف‌های اشتغالی آموزش مهندسی مواد	جلال حجازی- غلامحسین دانشی- پرویز دوامی	۲۶	۱۳۸۴	۷
۱۲	فناوری فلزات در ایران باستان	غلامحسین دانشی	۲۶	۱۳۸۴	۷
۱۳	مدلی برای بهینه‌سازی نسبت دانشجو به استاد در آموزش مهندسی و علم مواد	جلال حجازی	۲۶	۱۳۸۴	۷
۱۴	گسترش و به اشتراک گذاشتن منابع اینترنتی در آموزش علم و مهندسی مواد	کمال جانقربان	۲۸	۱۳۸۴	۷
۱۵	اهمیت شناخت و آموزش فلزات استراتژیک در مهندسی مواد	ناصر توحیدی- آرمان ربیعی فر	۳۶	۱۳۸۶	۹
۱۶	بازنگری برنامه درسی کارشناسی مهندسی اکتشاف معدن	حسین معماریان- مهرنوش جوادی	۴۴	۱۳۸۸	۱۱
۱۷	الگویی برای نظام آموزش مهندسی مواد	جلال حجازی	۷۱	۱۳۹۵	۱۸
۱۸	آموزش مهندسی و نیازها در ایران	پرویز دوامی	۱	۱۳۷۸	۱
۱۹	روش‌های اجرایی طراحی در مهندسی	غلامحسین دانشی	۹	۱۳۸۰	۳
۲۰	مهندس و مهندسی	جلال حجازی	۱۳	۱۳۸۱	۴
۲۱	عناصر نظام آموزش استاد- شاگردی مدلی برای...	جلال حجازی- مرضیه خیرخواه	۲۶	۱۳۸۴	۷
۲۲	ارکان نظام آموزش مهندسی	جلال حجازی- محمد غفاری	۲۸	۱۳۸۴	۷
۲۳	ارزیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی	حسین معماریان	۴۴	۱۳۸۸	۱۱
۲۴	مهندسی چیست و مهندس کیست؟	پرویز دوامی- مریم خدابخش	۴۵	۱۳۸۹	۱۲
۲۵	اخلاق و آیین مهندسی جهان پایی است	جلال حجازی	۴۶	۱۳۸۹	۱۲
۲۶	فناوری و دانش فنی	اعضای شاخه	۴۸	۱۳۸۹	۱۲
۲۷	تدارک هدف‌ها و دستاوردهای آموزش مهندسی	حسین معماریان	۴۹	۱۳۹۰	۱۳

ردیف	عنوان مقاله	نویسنده [ها]	شماره نشریه	سال	دوره
۲۸	نهضت جهانی ارزشیابی آموزش مهندسی	حسین معماریان	۵۰	۱۳۹۰	۱۲
۲۹	سازوکار برنامه‌های آموزش مهندسی ایران	حسین معماریان	۵۱	۱۳۹۰	۱۲
۳۰	فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران	حسین معماریان	۵۰	۱۳۹۰	۱۲
۳۱	کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران	حسین معماریان	۵۱	۱۳۹۰	۱۲
۳۲	روش‌های نوین دانشجو محور در آموزش مهندسی	حسین معماریان	۵۲	۱۳۹۰	۱۲
۳۳	الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت	حسین مطهری- محمود یعقوبی- پرویز دوامی	۵۲	۱۳۹۰	۱۲
۳۴	مدلی برای ارتباط صنعت و دانشگاه	پرویز دوامی	۵۳۲	۱۳۹۱	۱۳
۳۵	بازنگری آموزش مهندسی برای قرن ۲۱	حسین معماریان	۵۲	۱۳۹۰	۱۲
۳۶	ضرورت‌های اصلی در تدوین راهبردهای آموزش مهندسی	حسین مطهری- محمود یعقوبی- پرویز دوامی	۵۵	۱۳۹۱	۱۳
۳۷	بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی	حسین معماریان	۵۷	۱۳۹۲	۱۵
۳۸	- بازنگری پروژه‌های کارشناسی ایران	حسین معماریان	۶۰	۱۳۹۲	۱۵
۳۹	جایگاه تفکر خلاق در آموزش مهندسی	حسین معماریان	۶۱	۱۳۹۳	۱۶
۴۰	سازوکار ارزیابی بیرونی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران	حسین معماریان	۶۴	۱۳۹۳	۱۶
۴۱	توسعه مهارت‌های یاددهی و یادگیری در دستیاران آموزش مهندسی	حسین معماریان- لیلا شیربان- محمد شکوه زاده	۶۵	۱۳۹۴	۱۷
۴۲	دانشگاه‌های مهندسی چه جیزهایی را یاد نمی‌دهند	پرویز دوامی	۷۲	۱۳۹۵	۱۸
۴۳	توسعه مهارت‌های آموزشی استادان	حسین معماریان	۷۵	۱۳۹۶	۱۹
۴۴	آموزش برخط مهندسی	حسین معماریان	۸۲	۱۳۹۸	۲۱
۴۵	بررسی وضعیت علوم مهندسی در کشور گروه علوم مهندسی	گروه علوم مهندسی	۸۴	۱۳۹۸	۲۱
۴۶	طراحی و اجرای برنامه کارشناسی‌ارشد آموزش مهندسی	حسین معماریان	۸۵	۱۳۹۹	۲۲
۴۷	بررسی علل بی‌انگیزگی دانشجویان مهندسی	حسین معماریان-آزاده معماریان عماد محصل افشار	۸۶	۱۳۹۹	۲۲
۴۸	ضرورت ارزیابی دوره‌های دکترای مهندسی کشور	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی: محمدرضا اسلامی، ناصر توحیدی، پرویز جبه‌دارمارالانی، جلال حجازی، غلامحسین دانشی، سعید سهراب‌پور، مصطفی سهراب‌پور، جلال‌الدین شایگان، قدرت‌اله کرمی، ایرج گودرزنیا، محمود یعقوبی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۴۹	تحلیلی بر آزمون جامع دوره‌های دکترای مهندسی	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳

ردیف	عنوان مقاله	نویسنده [ها]	شماره نشریه	سال	دوره
۵۰	ضرورت تمام‌وقت بودن دانشجوی دکترای مهندسی	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۱	گزینش دانشجو در دوره دکترای مهندسی	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۲	ضرورت انتشار مقاله علمی از پایان‌نامه	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۳	نگرشی بر مشکلات آموزشی و پژوهشی دوره	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۴	زمان‌بندی دوره تحصیلی دکترای مهندسی	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۵	کیفیت تدریس و انتخاب دروس در دوره	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۶	ویژگی‌های استاد راهنمای رساله دوره دکترای مهندسی	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۷	بررسی و بازنگری دوره‌های دکترای مهندسی	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۵۸	پروژه‌های دکترای مهندسی و رابطه صنعت و دانشگاه	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۲۸۰	۳
۵۹	بررسی الگوهای آموزش دوره دکترای مهندسی و....	کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی	۱۰	۱۳۸۰	۳
۶۰	تحلیلی بر بنیان‌گذاری آموزش نوین در دوران قاجار	جلال حجازی- زهرا فشاهی	۱	۱۳۷۸	۱
۶۱	آسیب‌شناسی آموزش عالی در ایران	جلال حجازی	۴	۱۳۷۸	۱
۶۲	فرار مغزها [تاریخچه]	پرویز دوامی- محمدحسین میرباقری- سمیرا سید میرزایی	۲۴	۱۳۸۳	۶
۶۳	فرار مغزها [علل و انگیزه]	پرویز دوامی- محمدحسین میرباقری- سمیرا سید میرزایی	۳۱	۱۳۸۵	۸
۶۴	آموزش در جهان صنعتی	غلامحسین دانشی	۳۱	۱۳۸۵	۸
۶۵	سمت و سوی تحقیقات صنعتی در ایران نگاهی انتقادی	غلامحسین دانشی	۳۲	۱۳۸۵	۸
۶۶	فرار مغزها [راهکارها]	پرویز دوامی- محمدحسین میرباقری- سمیرا سید میرزایی	۳۶	۱۳۸۶	۹
۶۷	واکاوی یک تجربه در آموزش راه دور (دانشگاه آزاد سابق)	حسین معماریان	۸۲	۱۳۹۸	۲۱
۶۸	علوم در برهان قاطع	غلامحسین دانشی	۱۳	۱۳۸۱	۴
۶۹	نظرات گذشتگان درباره پیدایش هستی	غلامحسین دانشی	۱۹	۱۳۸۲	۵
۷۰	اشاراتی به مواد و کاربردهای آن در نثر فارسی	غلامحسین دانشی- ثریا طوسی	۲۲	۱۳۸۳	۶
۷۱	مهندسی مکانیک در ادبیات فارسی	غلامحسین دانشی	۲۵	۱۳۸۴	۷
۷۲	شواهد تاریخی درباره کشف و ساخت مفرغ و برنج	غلامحسین دانشی	۲۹	۱۳۸۵	۸
۷۳	سوابق تاریخی آشنایی بشر با نفت و قیر	غلامحسین دانشی	۳۰	۱۳۸۵	۸
۷۴	پیشرفت‌های مهندسی مکانیک در ایران قدیم	غلامحسین دانشی	۳۳	۱۳۸۶	۴
۷۵	خالص‌سازی فلزات، کیمیاگری و آلیاژسازی	غلامحسین دانشی	۳۵	۱۳۸۶	۴

ترمودینامیک مهندسی شیمی: بازنگری در محتوا و آموزش

لیلا زرگرزاده[۱] و غلامرضا پازوکی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۳۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۶

DOI: 10.22047/ijee.2023.402217.1986

چکیده: دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، با بازنگری در برنامه درسی، سرفصل جدیدی از دروس مهندسی شیمی از جمله مجموعه دروس ترمودینامیک را تدوین کرده است. این کار با هدف هماهنگی با روند فعلی آموزش مهندسی شیمی در سراسر جهان و پاسخگویی به انتظارات صنعت از فارغ‌التحصیلان مهندسی شیمی انجام گرفته است. بر اساس برنامهٔ پیشنهادی پیشین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تمرکز بخشی از درس ترمودینامیک ۲ بر چرخه‌های ترمودینامیکی بود. ناگزیر محتوای دروس پوشش کافی از برخی موارد مختص رشتهٔ مهندس شیمی از جمله انواع تعادلات فازی (تعادلات دیگر علاوه بر تعادل بخار- مایع) نداشت. در این مقاله به بیان گزیده‌ای از مطالب در خصوص محتوا و سرفصل مطالب دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی، کتاب‌های مرجع رایج و روش‌های تدریس این درس در دانشگاه‌های منتخب دنیا پرداخته می‌شود. در نهایت محتوا و سرفصل پیشنهادی، به انضمام نکاتی در خصوص روش‌های یاددهی، رویکرد یادگیری فعال و منابع مناسب موجود برای مجموعه دروس ترمودینامیک، با هدف بهبود طراحی درس و آموزش ترمودینامیک مهندسی شیمی ارائه می‌گردد. هدف تحقیق حاضر بهبود محتوا و طرح درس و روش‌های آموزش مجموعه دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی است.

واژگان کلیدی: ترمودینامیک مهندسی شیمی، ترمودینامیک تعادلات فازی، سرفصل درس، طرح درس، یادگیری فعال

۱- استادیار، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). zargarzadeh@aut.ac.ir

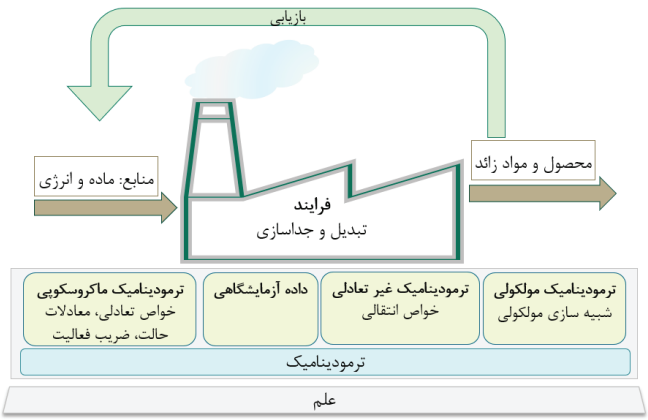
۲- دانشیار، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). ghpazuki@aut.ac.ir

۱. مقدمه

ترمودینامیک اصول علمی حاکم بر اثر متقابل ماده و انرژی و تبدیل انواع انرژی (نظیر گرما، کار مکانیکی (انبساط و انقباض)، کار الکتروشیمیایی، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل) به یکدیگر است. مهندس شیمی با دانش ترمودینامیک مبنای علمی لازم در طراحی، بهینه‌سازی و بهره‌برداری فرایندهای صنعتی ایمن و پایدار[1] را در اختیار دارد. نمونه‌هایی از این فرایندهای صنعتی، شامل تولید برق، سوخت، پلاستیک، باتری، رنگ، کود، مواد شوینده، دارو و مواد غذایی هستند. با توجه به پیشرفت‌های اخیر در شبیه‌سازی عددی و روش‌های آزمایشگاهی، دامنه کاربرد ترمودینامیک به حوزه‌هایی نظیر یاخته‌ها و علوم زیستی، نانومواد، مواد پیشرفته، جذب و جداسازی کربن، استخراج با سیال فوق‌بحرانی و حلال‌های نسل جدید نظیر مایعات یونی و حلال‌های نقطه یوتکتیک عمیق گسترش یافته است (Economou et al., 2014). ترمودینامیک کاربردی در دستیابی به اهداف توسعهٔ پایدار سازمان ملل نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند. در بحث بهره‌وری انرژی، ترمودینامیک با کمک تحلیل اکسرژی، بیشینهٔ ممکن تولید کار در فرایندهای مختلف را مشخص می‌کند. تحلیل ترمودینامیکی همچنین در تعیین گزینه مناسب برای ذخیره انرژی (تبدیل انرژی به‌صورت حرارتی، مکانیکی، الکتروشیمیایی یا محصول شیمیایی با قابلیت بازیابی با کمترین اتلاف) نقش کلیدی دارد. با تکیه بر دانش ترمودینامیک می‌توان قدم‌های مؤثری را در مدیریت و بهینه‌سازی مصرف آب در واکنش‌های صنعتی، مبدل‌های حرارتی و فرایندهایی که آب در نقش حلال کاربرد دارد، برداشت. همچنین ترمودینامیک نقش به سزایی در انتخاب و مصرف بهینه حلال مناسب در فرایندهای استخراج مایع- مایع، بهینه کردن فرایندهای تولید غذا و دارو، و مواد پیشرفته و جدید دارد و به دنبال آن، در تأمین سلامت انسان و محیط زیست تأثیرگذار است (De Hemptinne et al., 2022). شکل ۱ بخش‌های کاربردی علم ترمودینامیک در طراحی فرایند ایمن و پایدار جهت تولید محصول مورد نظر از منابع ماده و انرژی، و بازیافت حداکثری منابع را نشان می‌دهد.

با توجه‌به اهمیت دانش ترمودینامیک، در این مقاله به بررسی محتوا و نحوهٔ ارائهٔ دروس ترمودینامیک برای رشتهٔ مهندسی شیمی در دنیا و اطلاعات گردآوری‌شده در مقالات مرتبط پرداخته می‌شود. سپس بر اساس این اطلاعات، برنامهٔ پیشنهادی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر برای مجموعه دروس ترمودینامیک، به‌عنوان بخشی از بازنگری برنامهٔ درسی مهندسی شیمی، به علاوهٔ روش آموزش پیشنهادی ارائه می‌گردد. به‌روزرسانی محتوای درسی و روش‌های یاددهی، به عنوان بخشی از الزامات آموزش عالی جهت تطبیق با انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴/۰) است (Bameri et al., 2023).

1- Sustainable



شکل ۱. ترمودینامیک کاربردی زیربنای طراحی فرایندهای صنعتی ایمن و پایدار (ایدهٔ شکل از محتوا و اشکال همپتین و همکاران (De Hemptinne et al., 2022)

۲. تعداد دروس ترمودینامیک کارشناسی مهندسی شیمی

رایج‌ترین الگو در ارائه دروس ترمودینامیک رشتهٔ مهندسی شیمی بر اساس اطلاعات گردآوری‌شده از ۸۳ دانشکده مهندسی شیمی آمریکا و ۳ دانشگاه غیرآمریکایی در سال ۲۰۱۸، یکی از دو روش زیر است: یک درس شیمی- فیزیک به همراه یک درس ترمودینامیک مهندسی شیمی، یا دو درس ترمودینامیک مهندسی شیمی و حذف درس شیمی‌فیزیک به عنوان یک درس اجباری (Vigeant et al., 2019). همچنین طبق مطالعهٔ دیگری در مورد برنامهٔ آموزش ترمودینامیک و خواص انتقالی در برنامه درسی مهندسی شیمی در سال ۲۰۱۰ و با مشارکت ۵۵ دانشگاه از آمریکا و ۸۱ دانشگاه از ۲۰ کشور اروپایی (که یک سوم پاسخ‌ها از دانشگاه‌های آلمان دریافت شده)، بیشتر دانشگاه‌های آمریکا ۲ درس ترمودینامیک و بیشتر دانشگاه‌های اروپا بیش از ۲ درس ترمودینامیک دارند (Ahlström et al., 2010). در آمریکا برنامه‌های درسی از الگوی قدیمی به صورت ارائهٔ یک درس ترمودینامیک عمومی (مشترک با دیگر رشته‌های مهندسی از جمله مهندسی مکانیک) و یک درس ترمودینامیک مهندسی شیمی فاصله گرفته‌اند. در بیشتر دانشکده‌ها، ارائهٔ دو درس ترمودینامیک مهندسی شیمی، منحصراً مختص رشتهٔ مهندسی شیمی انجام می‌گیرد و تعداد معمول دانشجویان در کلاس ترمودینامیک، ۵۰ نفر است (Vigeant et al., 2019).

۳. محتوای ترمودینامیک مهندسی شیمی

مطالبی که به طور گسترده در بیشتر دانشکده‌ها تدریس می‌گردد، شامل موارد زیر است:

- قانون اول و دوم ترمودینامیک، آنتروپی، برگشت‌پذیری، گاز ایده‌آل، گازهای حقیقی و معادلات حالت، خصوصیات بخار آب، چرخه یا چرخهٔ توان و تبرید (کارنو و رنکین)، کاربرد قانون اول و

دوم ترمودینامیک در عملیات واحد و چرخه‌ها، در اولین درس (تنها درس) ترمودینامیک ارائه می‌گردد. همچنین در بیش از نیمی از دانشگاه‌های آمریکا، معادلات حالت و روابط ماکسول جزء سرفصل‌های اولین درس ترمودینامیک است (Ahlström et al., 2010; Vigeant et al., 2019).

- خصوصیات جزئی مولی، پتانسیل شیمیایی، فوگاسیته، مدل‌های ضریب فعالیت، تعادل بخار- مایع در سامانه‌های چندجزئی، و واکنش‌های شیمیایی در بیشتر دانشکده‌ها در دومین درس و در بعضی دانشکده‌ها در اولین (یا تنها) درس ارائه می‌گردد (Vigeant et al., 2019). همچنین تعادلات مایع- مایع در بیش از ۵۰ درصد مؤسسات آموزشی آمریکا و در حدود ۴۵ درصد مؤسسات آموزشی اروپا در دومین درس ترمودینامیک وجود دارد (Ahlström et al., 2010; Vigeant et al., 2019).
- سرفصل‌های دیگر، نظیر تفسیر مولکولی آنتروپی، تعادل در سامانه‌های حاوی فاز جامد، مایعات یونی، بسپارها، ترمودینامیک آماری، و شبیه‌سازی مولکولی، در کمتر از ۵۰ درصد دانشکده‌های مورد بررسی ارائه می‌شود (Ahlström et al., 2010; Vigeant et al., 2019). در دانشکده‌های مهندسی شیمی آمریکا که ۳ درس ترمودینامیک تدریس می‌شود، ترمودینامیک آماری قسمت اصلی درس سوم (حدوداً نیمی از درس) را شامل می‌شود (Ahlström et al., 2010).

با توجه به تنوع مطالب قابل ارائه در دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی، در دانشگاه‌های آمریکا بیشتر اساتید انواع کمتری از چرخه‌های توان و تبرید را نسبت به گذشته (آنچه در زمان دانشجویی یاد گرفتند) تدریس می‌کنند (Vigeant et al., 2019). ۲۶ درصد از دانشگاه‌های مورد بررسی در آمریکا در درس ترمودینامیک، به مواردی از ایمنی فرایند نظیر نقطه اشتعال[1]، محدوده اشتعال‌پذیری، انفجار بخار در حال انبساط از مایع در حال جوش[2] و محاسبات فشار برای مخازن بسته[3] اشاره می‌کنند (Vigeant et al., 2019). در حدود نیمی از دانشکده‌های مهندسی شیمی آمریکا، به ترمودینامیک سامانه‌های زیستی، حداقل در حد اشاره، پرداخته می‌شود (Ahlström et al., 2010). تقریباً تمامی دانشگاه‌ها از نرم‌افزارهای محاسباتی مثل اکسل، متلب و یا نرم‌افزار مدل‌سازی فرایند و شبیه‌سازی، مثل اَسپن درکلاس ترمودینامیک و همچنین به عنوان ابزاری برای حل تکالیف استفاده می‌کنند (Vigeant et al., 2019). مبحث اکسرژی در مطالعات مذکور (Ahlström et al., 2010; Vigeant et al., 2019)، جزء موارد پرسش‌نامه نبوده و حاکی از آن است که به ندرت در سرفصل‌های ترمودینامیک مهندسی شیمی قرار می‌گیرد.

رایج‌ترین کتاب مرجع درس ترمودینامیک مهندسی شیمی در آمریکا، کتاب مقدمه‌ای بر ترمودینامیک مهندسی شیمی اسمیت و همکاران (Smith et al., 2021) است که اولین چاپ آن در

1- Flash point
2- Boiling liquid expanding vapor explosion, BLEVE
3- Sealed vessels

سال ۱۹۷۳ در دسترس قرار گرفت و کماکان در حدود ۵۰ درصد از دانشگاه‌های مورد بررسی در آمریکا به عنوان مرجع اصلی استفاده می‌شود. روند کلی به سمت استفاده از مراجع متنوع دیگر از جمله کتاب ترمودینامیک شیمیایی، بیوشیمیایی و مهندسی سندلر (Sandler, 2017)، ترمودینامیک مقدماتی مهندسی شیمی الیوت و لیرا (Elliott & Lira, 2012)، مبانی ترمودینامیک مهندسی شیمی دهم و ویسکو (Dahm & Visco, 2014) و ترمودینامیک مهندسی و شیمیایی کورتسکی (Milo D. Koretsky, 2012) است (Vigeant et al., 2019). همچنین کتاب شیمی‌فیزیک اتکینز (Atkins & de Paula, 2017)، مرجع رایجی برای دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی در اروپا است (Ahlström et al., 2010).

تطابق محتوای دروس با نیازهای صنعتی اهمیت بسیاری دارد (Memarian, 2013). بر اساس نظرسنجی و پاسخ دریافتی از شرکت‌های صنعتی، نیاز صنعت به مبانی علم ترمودینامیک، شامل مدل‌های ترمودینامیکی ماکروسکوپی (نظیر معادلات حالت) برای بیان خواص ترمودینامیکی تعادلی، خواص انتقالی (خواص غیرتعادلی مثل ویسکوزیته، هدایت حرارتی، ضریب نفوذ)، داده‌های آزمایشگاهی باکیفیت و شبیه‌سازی مولکولی برای رسیدن به معادلات پیش‌بینی‌کننده (به جای برازش بر داده‌های آزمایشگاهی) است (De Hemptinne et al., 2022; Hendriks et al., 2010; Kontogeorgis et al., 2021). نظرسنجی از شرکت‌های صنعتی با مشارکت ۳۷ شرکت متنوع (عمدتاً اروپایی فعال در سطح بین‌المللی و چند شرکت آمریکایی و ژاپنی) فعال در حوزهٔ پالایش، محصولات شیمیایی، گاز طبیعی، بسپار، مواد غذایی، زیست‌فناوری، دارویی، تولید برق، بازیافت، مشاوره مهندسی و نرم‌افزاری در سال ۲۰۲۰ انجام گرفت (Kontogeorgis et al., 2021). بر مبنای پاسخ‌های دریافتی از صنعت، یک مهندس شیمی باید دانش کلی از تعادلات فازی و مدل‌های اصلی داشته باشد. برخی نظرات اشاره بر کاربرد دانش ترمودینامیک غیرتعادلی برای بهبود درک پدیده‌های انتقال داشت. دسته‌ای دیگر به ضرورت یادگیری تحلیل اکسرژی اشاره کردند که در بررسی فرایندها در شرایط حقیقی صنعت با زمان ماند کوتاه و قبل از رسیدن به تعادل کاربرد دارد (Kontogeorgis et al., 2021). بنابراین علاوه بر مهندس شیمی با دانش کلی، همچنین نیاز به تعلیم متخصصان، از جمله از بین دانشجویان دکترای علاقه‌مند، وجود دارد. البته استمرار چنین آموزش‌های تخصصی‌ای، به وجود افراد علاقه‌مند و فرصت شغلی مناسب بستگی دارد (Kontogeorgis et al., 2021).

چالش‌های جدید جهانی در مدیریت انرژی، مدیریت پسماند، آب و سلامتی، مسائل کاربردی جدیدی را به همراه دارد. در حوزهٔ ترمودینامیک و با توجه به مسائل جدید، تعیین خصوصیات تعادلی در فضای محصور با ابعاد کوچک (زیر میکرومتر) (Elliott, 2021; Zargarzadeh & Elliott, 2019)، در فصل مشترک دو فاز، یا در حضور یک میدان خارجی، به علاوهٔ پدیده‌های غیرتعادلی نیازمند تحقیقات و آموزش است. با توجه به گستردگی کاربردهای ترمودینامیک در صنعت، ایجاد فرایندها و مواد پیشرفتهٔ جدید و انواع شبیه‌سازها، نیاز است آموزش‌های مستمر ضمن اشتغال صورت گیرد (Kontogeorgis et al., 2021).

کتاب مرجع پیشنهادی برای دو درس تخصصی- اجباری ترمودینامیک در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، کتاب ترمودینامیک مهندسی و شیمیایی کورتسکی (Koretsky, 2012) است. از جمله مزایای این کتاب، کیفیت علمی مناسب در عین سادگی بیان، محتوای مناسب برای هر دو درس ترمودینامیک کارشناسی و در نتیجه هم‌خوانی علائم مورد استفاده، انتخاب مناسب علائم، اشاره به پیش‌زمینه‌های مولکولی در مباحثی نظیر آنتروپی، و معادلات حالت است. به علاوه نویسندهٔ این کتاب، در حوزهٔ تحقیقات آموزش مهندسی فعال است و اثر این موضوع در نحوهٔ تألیف کتاب مشهود است.

در برنامه درسی پیشنهادی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دو درس تخصصی ـ اجباری شامل ترمودینامیک مهندسی شیمی در نیمسال سوم و ترمودینامیک تعادلات (فازی و شیمیایی) در نیمسال چهارم گنجانده شده است. نام این دو درس برای همخوانی با محتوای به‌روزشده، تأکید بر اختصاصی بودن برای رشتهٔ مهندسی شیمی و همگام با نام دروس مشابه در دانشگاه‌های دنیا، از ترمودینامیک ۱ و ۲ تغییر یافت. دلیل اختصاص عنوان ترمودینامیک مهندسی شیمی به درس اول، تمایز این درس از ترمودینامیک دیگر رشته‌ها نظیر مکانیک با توجه به مطالب اختصاصی برای رشتهٔ مهندسی شیمی است. درس شیمی- فیزیک مهندسی شیمی با تمرکز بر مباحث مولکولی به‌عنوان یک درس تخصصی- انتخابی در برنامه لحاظ گردیده است. گذراندن اولین درس ترمودینامیک (ترمودینامیک مهندسی شیمی) پیش‌نیاز درس شیمی‌فیزیک است. هدف درس شیمی‌فیزیک در برنامهٔ جدید پیشنهادی، آموزش دیدگاه مولکولی، مقدمات مکانیک کوانتومی، ترمودینامیک آماری و ارتباط خواص ماکروسکوپی و میکروسکوپی است. جداول ۱ تا ۳ سرفصل‌های پیشنهادی هر یک از این دروس را بیان می‌کند که بر اساس مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده تنظیم گردیده است. محتوای درس ترمودینامیک تعادلات آماده‌شده به صورت اسلاید، شامل برخی از فعالیت‌های کلاسی برای این درس ترمودینامیک تعادلات فازی از لینک https://chemeng.aut.ac.ir/content/10477/Online-Courseware---Dr-Zargarzadeh قابل دسترسی است.

جدول ۱. سرفصل‌های اولین درس ترمودینامیک دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ترمودینامیک مهندسی شیمی، نیمسال سوم

عنوان درس: ترمودینامیک مهندسی شیمی
تعداد واحد: ۳
پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول محاسبات مهندسی شیمی- ریاضی عمومی ۲
هدف: هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با اصول و مبانی ترمودینامیک و قوانین حاکم بر آن برای بررسی فرمولاسیون انرژی و تأثیر آن بر فرایندها است.

ادامه جدول ۱

رئوس مطالب: (فصل‌های ۱ تا ۵ کتاب کورتسکی) ۱. تعاریف پایه‌ای شامل حالت یک سامانه، متغیرهای حالت، خواص شدتی و مقداری، فشار بخار ۲. کار و گرما و آثار آن بر روی سامانه و محیط، برگشت‌پذیری فرایند، انرژی درونی ۳. قانون اول ترمودینامیک برای سامانه‌های پایا[1] و ناپایا در حالت‌های بسته و باز ۴. کاربرد قانون اول برای سامانه‌های بسته و باز و تجهیزات فرایندی نظیر نازل و دیفیوزر، توربین و پمپ/کمپرسور، مبدل حرارتی، شیر فشارشکن ۵. قوانین دوم و سوم ترمودینامیک، کاربرد آنها برای فرایندها، ۶. استفاده از موازنه‌های ترکیبی انرژی و آنتروپی برای فرایندهای جریان‌دار پیوسته (نظیر توربین و کمپرسور) ۷. چرخه‌های توان و تبرید (کارنو رنکین) ۸. معادلات حالت (مکعبی، ویریال) برای گازهای غیر ایده‌آل (خالص و مخلوط) ۹. معادلات حالت برای مایعات و جامدات (ضریب انبساط حرارتی و تراکم‌پذیری هم‌دما) ۱۰. اصل حالات متناظر، ضریب تراکم‌پذیری خواص کاهیده ۱۱. ارتباط خواص ترمودینامیکی، روابط ماکسول ۱۲. محاسبه و کاربرد خواص باقی‌مانده برای آنالیز ترمودینامیکی سامانه‌های غیرایده‌آل تک‌جزئی ۱۳. انبساط و مایع‌سازی ژول- تامسون
توضیحات: این درس با تغییراتی در طرح درس جایگزین درس ترمودینامیک مهندسی شیمی-۱ شده است.

جدول ۲. سرفصل‌های دومین درس ترمودینامیک دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ترمودینامیک تعادلات فازی (و شیمیایی)، نیمسال چهارم

عنوان درس: ترمودینامیک تعادلات (فازی و شیمیایی)
تعداد واحد: ۳
پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ترمودینامیک مهندسی شیمی
هدف: هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با ترمودینامیک مخلوط‌ها و تعادلات فازی و شیمیایی به منظور استفاده در فرایندهای جداسازی است.
رئوس مطالب: (فصل‌های ۶ تا ۹ کتاب کورتسکی) ۱. تعادلات فازی سامانه‌های خالص ۲. تعریف پتانسیل شیمیایی ۳. تعادلات فازی سامانه‌های چندجزئی ۴. خواص مولی جزئی و محاسبه آن ۵. فوگاسیتهٔ ماده خالص و یک جزء در مخلوط گازی ۶. فوگاسیتهٔ مایع و جامد ۷. ضرایب فعالیت و مدل‌های غیرایده‌آل (مدل‌های بر مبنای انرژی آزاد گیبس) ۸. محاسبات تعادلات فازی: سامانه‌های بخار- مایع ۹. محاسبات تعادلات فازی و سامانه‌های جداسازی: مایع ـ مایع و جامد- مایع ۱۰. خواص کولیگاتیو و محاسبهٔ آنها ۱۱. تعادل در واکنش‌های شیمیایی منفرد و چندگانه
توضیحات: این درس با تغییراتی در طرح درس جایگزین درس ترمودینامیک مهندسی شیمی-۲ شده است.

1- Steady state

جدول ۳. سرفصل‌های سومین درس ترمودینامیک (تخصصی -اختیاری[1]) دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، شیمی- فیزیک مهندسی شیمی

عنوان درس: شیمی- فیزیک مهندسی شیمی
تعداد واحد: ۳
پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ریاضی مهندسی، ترمودینامیک مهندسی شیمی- فیزیک الکتریسیته و الکترومغناطیس
هدف: هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با اصول و قوانین حاکم بر سامانه‌های مولکولی و ارتباط بین خواص میکروسکوپی و ماکروسکوپی است.
رئوس مطالب: در این درس دانشجویان با مباحث پیشرفته‌ای نظیر مکانیک کوانتوم- ساختار مولکولی و مقدمه‌ای بر ترمودینامیک آماری آشنا می‌شوند و به کمک آنها می‌توانند پدیده‌ها را در مقیاس مولکولی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. رئوس کلی مطالب این درس به صورت زیر است: ۱. تئوری جنبشی گازها ۲. احتمال و تئوری بولتزمن ۳. خواص انتقال ۴. مقدمه‌ای بر مکانیک موجی و ذره‌ای ۵. مقدمه‌ای بر تئوری مکانیک کوانتوم ۶. کاربردهای مقدماتی مکانیک کوانتوم ۷. ساختار اتمی و طیف‌سنجی (اسپکتروسکپی) ۸. ساختار مولکولی مواد ۹. مقدمه‌ای بر ترمودینامیک آماری ۱۰. تئوری مولکولی سینتیک شیمیایی
توضیحات: این درس با تغییرات اساسی در محتوی از گروه اصلی در برنامه مصوب وزارت علوم به گروه جدید تخصصی - اختیاری منتقل شده است.

مجموعه دروس ترمودینامیک در قالب دو درس تخصصی- اجباری و یک درس تخصصی- اختیاری به عنوان بخشی از برنامه بازنگری‌شدهٔ مهندسی شیمی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر مورد تأیید وزارت علوم قرار گرفته‌اند («فهرست کامل رشته‌ها»). از جمله تفاوت‌های عمده در محتوای بازنگری‌شدهٔ مجموعه دروس ترمودینامیک نسبت به محتوای قدیم، به موارد زیر می‌توان اشاره کرد: تعریف سرفصل در اولین درس ترمودینامیک به صورت اختصاصی برای دانشجوی مهندسی شیمی (متفاوت با سرفصل دیگر رشته‌های مهندسی نظیر مکانیک)، پرداختن به مطالب اختصاصی مهندسی شیمی در اولین درس ترمودینامیک، کاهش تمرکز بر آموزش انواع چرخه‌ها، ایجاد فرصت برای پرداختن به انواع تعادلات نظیر مایع- مایع و مایع- جامد (علاوه بر مایع- بخار) در دومین درس ترمودینامیک جهت ایجاد تصویر کلان قابلیت ترمودینامیک در بیان انواع تعادلات در ذهن دانشجو. در خصوص سرفصل درس شیمی‌فیزیک، لازم به ذکر است مباحث الکتروشیمی در یک درس مجزا با نام الکتروشیمی و خوردگی ارائه شده است و مباحث مربوط به کروماتوگرافی در درس فرایندهای جداسازی ۲ ارائه می‌شود.

۱- دانشجو مختار به انتخاب ۲۱ واحد از دروس تخصصی ارائه‌شده (در دو قالب) است.

۴. شیوهٔ آموزش

تدریس دو درس ترمودینامیک در دانشگاه‌های مورد بررسی در آمریکا و اروپا عمدتاً به روش سنتی و با برگزاری جلسات درسی، حل تمرین و دادن تکلیف به دانشجویان بوده است. در بیشتر دانشگاه‌های آمریکا، بخشی از جلسات کلاس (بین ۱ تا ۲۰ ساعت کل آموزش‌ها) به یادگیری با روش مسئله‌محور[1] اختصاص می‌یابد (Ahlström et al., 2010). در یادگیری مسئله‌محور، فرایند یادگیری با حل یک سناریوی واقعی توسط دانشجویان به صورت گروهی و با هدایت استاد در نقش تسهیلگر انجام می‌شود (Problem-Based Learning (PBL) - Department of Chemical Engineering, Woods, 1994). از جمله مزایای این روش تفکر و مشارکت فعال دانشجو در یادگیری، انگیزه بخشی با طرح مسئلهٔ واقعی، کسب مهارت در شناسایی منابع اطلاعاتی مناسب، ارتباطات و کار گروهی است.

آموزش سنتی را می‌توان با انواع روش‌های یادگیری فعّال[2] همراه کرد. در یادگیری فعّال، یادگیرنده فراتر از یادداشت‌برداری و شنوندهٔ صرف بودن، در فرایند یادگیری درگیر می‌شود. فعالیت‌هایی نظیر حل مسئله یا مباحثهٔ گروهی[3]، یادگیری گروهی نظام‌مند و آموزش به یکدیگر[4] (Mazur, 1996)، یادگیری مسئله‌محور، مطالعات موردی[5]، سؤالات کوتاه چندگزینه‌ای در حین کلاس از جمله نمونه‌های یادگیری فعّال هستند. تحقیقات گسترده نشان داده است که یادگیری فعال، سبب ارتقای دستیابی به اهداف آموزشی و افزایش نمرهٔ میانگین، چه در کلاس حضوری (Freeman et al., 2014) و چه در کلاس غیرحضوری (Prince et al., 2020) می‌گردد. این تحقیقات (Freeman et al., 2014; Prince et al., 2020) با پشتوانه تجربی و تمرکز بر دروس رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات[6] انجام گرفته است. یادگیری فعال ممکن است فردی یا به شکل گروهی و تعاملی باشد. در فعالیت‌های یادگیری گروهی، مهارت‌های ارتباط و تعامل نیز ارتقا می‌یابد. آموزش به روش یادگیری فعال، دانشجو را در مسیر کسب توانایی تجزیه‌وتحلیل، ارزیابی و ایجاد دانش جدید که سطوح بالای هرم یادگیری بلوم هستند، قرار می‌دهد. یادگیری فعال در نهایت منجر به تربیت مهندس با قابلیت‌های مورد نیاز در صنعت نظیر توانایی شناسایی و حل مسئله، طراحی فرایند تولید محصول مشخص و تعامل مؤثر می‌گردد که منطبق با معیارهای هیئت اعتباربخشی مهندسی و فناوری[7] (مؤسسه‌ای که به صورت دوره‌ای تمام دانشکده‌های مهندسی آمریکا را بررسی می‌کند) است (Felder & Brent, 2004).

نمونه‌هایی از یادگیری فعال به‌کاررفته و پیشنهادی در دروس ترمودینامیک در ادامه آورده شده است: از دانشجویان خواسته می‌شود در قالب گروهی، به یادگیری بخشی از درس که عموماً روند مشابه موارد قبلی دارد و آموزش آن به یکدیگر بپردازند. به عنوان نمونه، پس از توضیح روش محاسبهٔ فشار

1- Problem-based learning
2- Active learning
3- Think-pair-share
4- Peer instruction
5- Case study
6- Science, technology, engineering, and math STEM
7- Accreditation Board for Engineering and Technology ABET

و کسر مولی فاز بخار با داشتن دما و کسر مولی فاز مایع، یادگیری انواع دیگر محاسبات تعادل بخار-مایع در قالب مباحثات گروهی اتفاق می‌افتد. در طی این نوع فعالیت کلاسی، استاد در کلاس و بین گروه‌ها حرکت می‌کند و به تسهیل فرایند یادگیری و رفع اشکال می‌پردازد. شکل ۲ نمونه‌ای از فضای کلاس ضمن انجام این نوع از فعالیت را نمایش می‌دهد. معمولاً پایان فعالیت با جمع‌بندی توسط یکی از دانشجویان و ذکر نکات احتمالی و اصلاحات لازم توسط استاد همراه است. نمونهٔ دیگر فکرکردن و تحلیل مسیر حل یک مسئله به صورت فردی یا گروهی بر اساس درس همان جلسه است. در برخی از جلسات، در ابتدای کلاس و پیش از مرور درس جلسهٔ قبل، از هر دانشجو خواسته می‌شود در یک یا دو جمله، موردی که از درس جلسه گذشته یا مطالعه معین‌شدهٔ قبل از کلاس متوجه نشده است را بنویسد. در ادامه فرصت چنددقیقه‌ای داده شود که دانشجویان در قالب گروه‌های دونفره یا بزرگتر، در رابطه با این موارد مباحثه کنند. برای جلوگیری از استرس در دانشجویان، تأکید بر فضای امن کلاس و ایجاد فضایی به دور از توهین، سرزنش یا قضاوت در صورت پاسخ اشتباه، تأکید بر فرصت یادگیری و تشویق دانشجویان، کمک‌کننده است.

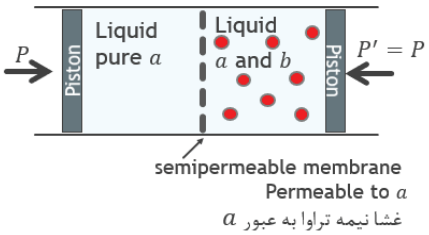
شکل ۲. نمونه‌ای از فضای کلاس ضمن یادگیری فعال، نوع فعالیت: یادگیری بخشی از درس که مشابه بخش‌های آموزش‌داده‌شده توسط استاد است. کلاس ترمودینامیک مهندسی شیمی پیشرفته کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سؤالات چندگزینه‌ای با حل کوتاه و "سؤالات مفهومی"[1] (Mazur, 1996) روش دیگری هستند که می‌توانند در یادگیری فعال استفاده شوند. سؤالات مفهومی معمولاً سؤالات چندگزینه‌ای چالش‌برانگیز از نظر مفهومی و بدون حل عددی یا با حل کوتاه هستند (Koretsky et al., 2014; Mazur, 1996). می‌توان با یک سامانه پاسخگویی مخاطب مثل کلیکر[2] یا موبایل یا لپ‌تاپ بر روی یک سامانه برخط[3] یا ابزارهای بازخورد یا آزمون بر روی سامانه‌های دانشگاه، پاسخ دانشجویان را دریافت نمود و به بازخورد

1- Concept questions 2- Clicker 3- Socrative

درجا از میزان یادگیری رسید. همچنین در صورت نیاز پس از پاسخ اولیهٔ دانشجویان، در صورت ابهام موضوع می‌توان به مباحثه یا توضیح بیشتر آن پرداخت.

سامانه روبرو را در دمای مشخص در نظر بگیرید. در هر دو سمت فشار یکسان P وارد می‌شود. در قسمت چپ ماده خالص a قرار داده شده و در قسمت سمت راست مخلوط a,b (کسر مولی b مخالف صفر است). غشای میان این دو قسمت نیمه‌تراوا با قابلیت عبور a است. کدامیک صحیح است؟



a) $\mu_a\left(T,P,x_a=1\right)=\mu_a\left(T,P'=P,x_a<1\right)$

b) $\mu_a\left(T,P,\ \text{pure}\right)<\mu_a\left(T,P'=P,x_a<1\right)$

c) $\hat{f}_a\left(T,P,\text{pure}\right)>\hat{f}_a\left(T,P'=P,x_a<1\right)$

d) $\gamma_a\left(T,P,\text{pure}\right)=\gamma_a\left(T,P'=P,x_a<1\right)$

شکل ۳ نمونه‌ای از یک سؤال کوتاه چندگزینه‌ای در درس ترمودینامیک تعادلات فازی را نشان می‌دهد. همچنین نمونه‌هایی از سؤالات مفهومی دروس مهندسی شیمی در وبگاه آموزش مهندسی شیمی دانشگاه کلرادو بولدر learncheme.com و وبگاه بانک سؤالات مفهومی انجمن مهندسی شیمی آمریکا conceptwarehouse.tufts.edu/cw قابل مشاهده است. در حاشیه جا دارد به نقشی که در اختیار داشتن بانک سؤالات با مشارکت اساتید مختلف در سهولت استفاده از این روش یادگیری فعال دارد، اشاره کرد.

باتوجه‌به پیوستگی و ارتباط زنجیروار مطالب درس ترمودینامیک، همراه بودن دانشجو با درس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از یادگیری فعال و گنجاندن فعالیت‌های کلاسی به دلیل ماهیت دانشجو محور، موجب می‌شود دانشجو به شرط حضور در جلسات درس، در مقایسه با روش ارائه صرف توسط استاد، در مسیر یادگیری پیوسته و همگام با روند درس قرار بگیرد.

روش مؤثر دیگر در ارتقای یادگیری، ارائهٔ نمایش‌های متناسب با محتواست (Cengel & Zarei, 2004) که با درگیر کردن حواس مختلف (دیداری، شنیداری، تصویرسازی) به تثبیت در حافظه کمک می‌کند. انواع نمایش‌های تعاملی در حوزهٔ مهندسی، از جمله در demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Chemical+Engineering&limit=20 در دسترس است. به عنوان نمونه، معرفی و نمایش انواع نمودارهای فازی ارائه‌شده به صورت تعاملی (با قابلیت تغییر میزان خوراک، نسبت فازها و ... و دیدن اثرات حاصل بر تعادل) یا کمپرسور و توربین با شرایط فشار و دمای قابل تنظیم، منجر به ارتقا در یادگیری این مباحث می‌شود. همچنین نمایش ویدئوهای تجربی (موجود در اینترنت) نظیر آزمایش‌های مربوط به نقطه سه‌گانه و حضور هم‌زمان سه فاز، یا نقطه بحرانی و از بین رفتن مرز بین دو فاز در یادگیری بسیار مؤثر است.

جهت بهره‌گیری از نرم‌افزارهای محاسباتی و آشنایی دانشجویان به استفاده از آنها در حل مسائل ترمودینامیکی، حل چند سؤال در طول درس با نرم‌افزار اکسل، متلب یا موارد مشابه پیشنهاد می‌گردد.

به عنوان نمونه، در درس ترمودینامیک تعادلات فازی، مثال‌های برازش مدل انرژی گیبس اضافی بر داده‌های آزمایشگاهی و محاسبه فوگاسیتهٔ یک جز در مخلوط گازی با استفاده از معادلهٔ حالت با استفاده از اکسل، به عنوان بخشی از محتوای درس در نظر گرفته شده است. مثال‌های حل‌شدهٔ متنوع با نرم‌افزار در وبگاه کتاب الیوت و لیرا موجود است: chethermo.net/software.

در پیوست نمونه‌هایی از بازخوردهای دانشجویان در به‌کارگیری روش‌های یادشده در کلاس‌های درس ترمودینامیک آورده شده است.

۵. ارزیابی و نمره‌دهی دانشجویان

در تمامی دانشگاه‌های مورد بررسی در آمریکا، از آزمون به عنوان کسری از نمره در سنجش یادگیری ترمودینامیک دانشجویان استفاده می‌گردد. علاوه بر آزمون، برای سنجش یادگیری از تکلیف درسی در ۹۷ درصد، کوییز (آزمون کوچک) در ۶۷ درصد و پروژه درسی در ۵۱ درصد مؤسسات استفاده می‌گردد. همچنین ۶۵ درصد مؤسسات از سؤالات مفهومی به عنوان بخشی از ارزیابی استفاده می‌کنند (Vigeant et al., 2019).

با توجه به ماهیت درس ترمودینامیک و پیوستگی مطالب در این درس، به‌کارگرفتن ارزیابی تکوینی یا سازنده[1] از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارزیابی تکوینی با مشخص کردن قسمت‌هایی که دانشجو مشکل دارد یا دریافت نادرستی از آن داشته، به دانشجو و استاد بازخورد می‌دهد. نمونه‌هایی از ارزیابی تکوینی شامل سؤالات کوتاه کلاسی، کوئیز، تکلیف یا تمرین (از جمله با مشارکت خود دانشجویان در فرایند تصحیح) هستند. این ارزیابی به دانشجو فرصت می‌دهد تا با شناسایی نقاط قوت و ضعف خود و دریافت پیشنهادهای راهبردی از استاد درس، در مسیر بهبود یادگیری و عملکرد حرکت کند. همچنین استاد درس با کمک ارزیابی تکوینی می‌تواند به نظارت مؤثر بر پیشرفت دانشجو، ارائه بازخوردهای سازنده و تنظیم روش تدریس بپردازد. مطالعات نشان می‌دهند که ارزیابی تکوینی، باعث کسب نمرهٔ بهتر در ارزیابی تراکمی (مثل امتحان پایان نیمسال)، افزایش علاقه و انگیزه در دانشجو، و بهبود نتایج یادگیری می‌شود (Iqbal, 2022). بنابراین پیشنهاد می‌شود بخشی از نمره ارزیابی، علاوه بر ارزیابی تراکمی[2]، شامل امتحانات میان و پایان نیمسال، به ارزیابی تکوینی از جمله فعالیت‌های کلاسی، کوئیز، و تکالیف اختصاص یابد.

۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله تغییرات پیشنهادی در محتوای دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی و نحوهٔ آموزش آن، با نگاه به نوسازی و ارتقای محتوای دروس ترمودینامیک در دنیا، با در نظر گرفتن نیاز و توقعات صنعت از مهندس شیمی در دنیای امروز ونیز همگام با اهداف توسعهٔ پایدار سازمان ملل ارائه شده

1- Formative assessment
2- Summative assessment

است. در برنامه تحصیلی مهندسی شیمی در اکثر دانشگاه‌ها دو درس ترمودینامیک ارائه می‌گردد و اولین درس ترمودینامیک به صورت اختصاصی برای رشتهٔ مهندسی شیمی برگزار می‌شود. در مبحث چرخه‌های ترمودینامیکی، عموماً تنها چرخه‌های توان و تبرید کارنو و رنکین بیان می‌شوند. با این تمهیدات در دومین درس ترمودینامیک علاوه بر تعادل بخار- مایع، امکان پرداختن به تعادلات فازی دیگر، نظیر مایع- مایع، بخار- مایع- مایع و جامد- مایع و نیز ارائه تصویر کاملی از انواع تعادلات فازی فراهم می‌آیند. در نحوهٔ تدریس، استفاده از یادگیری فعال از جمله قرار دادن فعالیت‌های کلاسی، سؤالات مفهومی چندگزینه‌ای، مباحثات گروهی برای حل یک نمونه سؤال و آموزش دانشجویان به یکدیگر در قالب فعالیت گروهی، می‌تواند در ارتقای یادگیری، ایجاد انگیزه و علاقه در دانشجویان و کسب مهارت‌های نرم مثل مهارت ارتباط و کار گروهی مؤثر باشد. وبگاه‌های مرتبط به آموزش مهندسی شیمی، نظیر دانشگاه کلورادو بولدر، فایل‌های نمایش ولفرم، و فایل‌های اکسل و متلب از کتاب الیوت- لیرا، به عنوان منابع مفید در یادگیری فعال و همچنین آموزش نرم‌افزارهای مرتبط معرفی شده‌اند. جهت ارزیابی مناسب، پیشنهاد می‌گردد در کنار ارزیابی تراکمی، بخشی از نمره به ارزیابی تکوینی نظیر کوئیز، سؤالات کوتاه و فعالیت کلاسی و نیز تکالیف اختصاص یابد. ارزیابی تکوینی ابزار مناسبی جهت بازخورد مستمر به دانشجو و استاد و در نتیجه ارتقای یادگیری است.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود از نظرات ارزشمند جناب آقای دکتر بابک بنکدارپور سرپرست شورای برنامه‌ریزی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، جناب آقای دکتر روئین حلاج، جناب آقای دکتر احمدرضا رئیسی و سرکار خانم دکتر لیلا نصرآزادانی در بازنگری سرفصل دروس ترمودینامیک اعلام می‌نماییم.

References

- Ahlström, P., Aim, K., Dohrn, R., Elliott, J. R., Jackson, G., Jaubert, J. N., ... Economou, I. G. (2010). A Survey of the role of thermodynamics and transport properties in ChE university education in Europe and the USA. *Chemical Engineering Education*, *44*, 35–43.
- Atkins, P. W., de Paula J., K. J. (2017). Physical Chemistry, 11th ed. In Oxford University Press, Oxford.
- Bameri, M., Salimi, G., Marzooqi, R., Safavi, S. A., & Mohammadi, M. (2023). Competencies of engineering students and equirements of universities and higher education centers to adapt to Industry 4.0: A study based on the meta-synthesis. *Iranian Journal of Engineering Education*, *24*(96), 1–30. https://doi.org/10.22047/ijee.2022.352365.1930 [In Persion].
- Cengel, Y. A., Translated by Zarei, G. (2004). Innovative approaches in teaching thermodynamics. *Iranian Journal of Engineering Education*, *6*(22), 75–98. https://doi.org/10.22047/ijee.2004.2203 [In Persion].
- Dahm, K., & Visco, D. (2014). *Fundamentals of chemical Engineering thermodynamics SI edition*. Cengage.
- De Hemptinne, J. C., Kontogeorgis, G. M., Dohrn, R., Economou, I. G., Ten Kate, A., Kuitunen, S., ... Vesovic,

V. (2022). A view on the future of applied thermodynamics. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, *61*(39), 14664–14680. https://doi.org/10.1021/ACS.IECR.2C01906/ASSET/IMAGES/LARGE/IE2C01906_0006.JPEG.

- Economou, I. G., Kontogeorgis, G. M., Dohrn, R., & de Hemptinne, J. C. (2014, December 1). Advances in thermodynamics for chemical process and product design. *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 92, pp. 2793–2794. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.10.021.
- Elliott, J. A. W. (2021). Surface thermodynamics at the nanoscale. *Journal of Chemical Physics*, Vol. 154. https://doi.org/10.1063/5.0049031.
- Elliott, J. R., & Lira, C. T. (2012). *Introductory chemical engineering thermodynamics*. Prentice Hall.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2004). The ABC's of engineering education: ABET, bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on. *ASEE Annual Conference Proceedings*.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(23). https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111.
- Hendriks, E., Kontogeorgis, G. M., Dohrn, R., De Hemptinne, J. C., Economou, I. G., Žilnik, L. F., & Vesovic, V. (2010). Industrial requirements for thermodynamics and transport properties. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, *49*(22). https://doi.org/10.1021/ie101231b.
- Iqbal, A. (2022). Formative assessment in engineering education: Exploring ways to enhance students' learning achievement. https://doi.org/https://doi.org/10.26076/AE3C-9BA3.
- Kontogeorgis, G. M., Dohrn, R., Economou, I. G., De Hemptinne, J. C., Kate, A., Kuitunen, S., ... Vesovic, V. (2021). Industrial requirements for thermodynamic and transport properties: 2020. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, *60* (13), 4987 – 5013. https://doi.org/ 10.1021/ ACS.IECR.0C05356/ SUPPL_FILE/IE0C05356_SI_001.PDF.
- Koretsky, M. D., Falconer, J. L., Brooks, B. J., Gilbuena, D. M., Silverstein, D. L., Smith, C., & Miletic, M. (2014). The AIChE concept warehouse: A web-based tool to promote concept-based instruction. *Advances in Engineering Education*, *4*(1).
- Mazur, E. (1996). Peer Instruction: A user's manual. In Peer Instruction. Pearson.
- Memarian, H. (2013). Revaluation of engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, *15*(57), 1–18. https://doi.org/10.22047/ijee.2013.2959.
- Milo D. Koretsky. (2012). *Engineering and Chemical Thermodynamics*. In *Wiley*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.
- Prince, M., Felder, R., & Brent, R. (2020). Active student engagement in online STEM classes: Approaches and recommendations. *Advances in Engineering Education*, *8*(4).
- Problem-based learning (PBL) – Department of chemical engineering. (n.d.). Retrieved June 5, 2023, from https://www.eng.mcmaster.ca/chemeng/problem-based-learning-pbl/#tab-content-ov.
- Sandler, S. I. (2017). *Chemical, biochemical, and engineering thermodynamics*. Wiley.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M., & Swihart, M. T. (2021). *Introduction to chemical engineering thermodynamics*. McGraw Hill.
- Vigeant, M. A., Cole, J., Dahm, K. D., Ford, L. P., Landherr, L. J., Silverstein, D. L., & West, C. W. (2019). How we teach: Thermodynamics. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference proceedings*. https://doi.org/10.18260/1-2--32903.
- Woods, D. R. (1994). *Problem-based learning : how to gain the most from PBL*.
- Zargarzadeh, L., & Elliott, J. A. W. (2019). Bubble formation in a finite cone: More pieces to the puzzle. *Langmuir*, *35* (40). https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.9b01602.

پیوست ۱

نمونه‌هایی از بازخوردهای دانشجویان به به‌کارگیری روش‌های یادگیری فعال در کلاس‌های درس ترمودینامیک:

- "وقتی که استاد برای حل مثال‌ها به خود ما می‌دهند، در یادگیری آن‌ها کمک زیادی به من کرده است."
- "تشکیل گروه و ایجاد بستر برای مشورت با دیگر دانشجوها در یادگیری مؤثر بوده است"
- "حل کردن فعالیت‌های کلاسی و تکرار و توضیح مسائل حل‌شده بسیار مؤثر بوده‌اند. همچنین کمک‌گرفتن از دیگر دانشجویان برای توضیح و حل سؤالات به زبان خودمانی‌تر به فهم بیشتر کمک کرده است."
- "فعالیت کلاسی به نظرم در یادگیری مؤثره ولی یه مقدار استرس‌زا هست"
- "از مزیت‌های کلاس، مشارکت‌دادن بالای دانشجویان در طول کلاس، مرور قبل از شروع درس و ایجاد روحیه پرسش‌گری در دانشجو و شهامت جواب‌گویی است.»
- " فعالیت‌های کلاسی و کوییزها باعث میشن که آدم با دقت و توجه بیشتری به مطالب کلاس توجه کنه و سعی کنه که اونها رو همون سر کلاس یاد بگیره و اگر سؤالی داره از شما بپرسه"
- "مؤثرترین از نظر بنده زمانی هست که برای فکر کردن راجع به یک مطلب اختصاص می‌دهید"
- "این که تو کلاس فرصت میدین، فکر کنیم خیلی خوبه"
- "خلاصه جلسات اول هر جلسه و فعالیت کلاسی‌ها خیلی کمک کرده به من برای یادگیری درس"
- "پخش فیلم‌های مربوط به درس بسیار خوب و مفید است."

لیلا زرگرزاده: استادیار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دارای مدرک تکمیل دوره برنامه آموزش یاددهی و یادگیری دانشگاه آلبرتا کانادا سال ۲۰۱۵، منتخب فلوشیپ تدریس در دانشکده مهندسی شیمی و مواد دانشگاه آلبرتا کانادا سال ۲۰۱۶، عضو انجمن آموزش مهندسی ایران علایق پژوهشی: ترمودینامیک سامانه‌ها با اثرات سطح مشترک میان فازی، ترمودینامیک تعادلی سامانه‌های چندجزئی و چندفازی، سامانه‌های کلوئیدی، ترمودینامیک مخلوط‌های غیرایده‌آل

غلامرضا پازوکی: دانشیار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، سرپرست گروه بازنگری دروس موازنه جرم و انرژی، ترمودینامیک، و شیمی‌فیزیک در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، عضو انجمن آموزش مهندسی ایران علایق پژوهشی: ترمودینامیک مخلوط‌های غیرایده‌آل، ترمودینامیک بسپارها، بیو ترمودینامیک، ترمودینامیک آماری

رویکردی نو در کاهش بار روانی امتحان و افزایش یادگیری در آموزش مهندسی

رحمت ستوده قره‌باغ[۱] و امیرحسین درخشانی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۹

DOI: 10.22047/ijee.2023.398660.1981

چکیده: در این مقاله، تجربه اجرای یک امتحان پایان نیمسال با روشی نوین در دانشکده فنی دانشگاه تهران با حضور ۳۸ دانشجو به اشتراک گذاشته می‌شود. در این روش، دانشجویان در میانه امتحان به مدت ۵ دقیقه از کلاس خارج و با یکدیگر در مورد امتحان و سؤالات امتحان مشورت کردند. سپس با آرامش و کاهش اضطراب به جلسه امتحان بازگشتند و امتحان را به پایان رساندند. مقایسه نمرات امتحان با سال‌های گذشته نشان داد که متوسط نمرات، تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است. یک سال بعد از برگزاری این امتحان، تصمیم گرفته شد با دانشجویانی که درس را گذرانده بودند، در مورد سؤالات مختلف مصاحبه صورت گیرد. نتایج مصاحبه نشان داد که از نظر دانشجویان، تنش معمول امتحان به هیجان و انرژی مثبت در یادگیری تبدیل شده است و بعد از گذشت یک سال نیز بسیاری از نکات و سؤال‌های امتحان را به خاطر داشتند. استفاده از روش‌های سازگار با روحیه دانشجویان و یا روش‌های جدید برای کاهش بار روانی امتحانات می‌تواند موضوعی جالب برای پژوهش در آموزش مهندسی باشد و باعث افزایش اشتیاق دانشجویان به آموزش مطلوب در مهندسی گردد. روش نوآورانه مورد بحث در این تحقیق، اولین بار در جهان در چارچوب یک درس انجام شده است و می‌تواند بازخوردهای مثبت و منفی داشته باشد. امید است که پس از انتشار مقالات مرتبط به موضوع این ایده، پژوهشگران آموزش مهندسی بیشتر به این قبیل ایده‌های نوآورانه توجه کنند و آن را بهبود بخشند. این تحقیق همچنین می‌تواند پس از رفع مشکلات احتمالی، در سطح گسترده‌ای به کار گرفته شود و به کاهش فشار روانی دانشجویان ناشی از آزمون‌های پایان نیمسال و نیز ارتقای آموزش مهندسی کمک نماید.

واژگان کلیدی: روش‌های ارزیابی، نوآوری آموزشی، امتحان پایان نیمسال، آموزشی مهندسی، تقلب

۱- استاد، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ایران. (نویسنده مسئول). sotudeh@ut.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران. تهران. ایران. derakhshani95@ut.ac.ir

۱. مقدمه

تقلب در نظام آموزش مهندسی یکی از موضوعاتی است که به شدت ذهن دانشجویان، اعضای هیئت علمی، مدرسین و مسئولین دانشگاه‌ها را از گذشته‌های بسیار دور تا به حال، به خود درگیر کرده است. علی‌رغم تفاوت در آمار ارائه‌شده در پژوهش‌های گوناگون در خصوص تقلب، همگی آنان حاکی از وجود این مشکل جدی در نظام آموزشی بین‌المللی است (Dodeen, 2012). در مطالعه اخیر (Hafezinejad, 2018) نشان می‌دهد که روش‌های تقلب توسط تعدادی از دانشجویان در امتحانات بسیار بدیع، خلاقانه و پیچیده است. به نظر می‌رسد اگر دانشجویان این همه خلاقیت و انرژی را در یادگیری به کار می‌بستند، می‌توانستند نتایج بسیار مؤثرتری بگیرند. البته نباید همه داستان تقلب در امتحانات را متوجه دانشجویان کرد و به نظر نگارندگان، مدرسین، اعضای هیئت علمی و نظام‌های آموزشی هم به سهم خود در ایجاد زمینه‌های تقلب در بین دانشجویان سهیم هستند. از طرفی در مواردی دانشجویان احساس می‌کنند که اعضای هیئت علمی وقت کافی برای تدریس درس نمی‌گذارند یا امتحان با محتوای مطالب تدریس‌شده در طول نیمسال همخوانی ندارد (Passow et al., 2006). اهمیت بار روانی زیاد امتحانات روی دانشجویان، زمانی آشکار می‌شود که به سهم بیشینه‌ای یک امتحان از نمره نهایی یک درس توجه شود. در دانشگاه‌های مختلف، سهم امتحان روی ارزیابی نهایی درس در محدوده ۷۰-۳۰ درصد متغیر است که عدد نسبتاً قابل توجهی است.

یک پژوهش میدانی انجام‌شده توسط آقای حافظی‌نژاد (Hafezinejad, 2018) روی روش‌های تقلب در امتحانات، نشان می‌دهد که این روش‌ها بسیار متنوع هستند و در واقع تقلب در امتحانات هم در نوع خود، مهارت نسبتاً پیچیده‌ای است. بعضی از روش‌های تقلب در امتحان نسبتاً قدیمی (شکل ۱) و برخی از آن‌ها جدید، خلاقانه و بعضاً ناشیانه هستند.

شکل ۱- نمونه‌تقلب مرسوم در امتحان[1]

1- https://blog.edexams.com/wp-content/uploads/cheating-in-exams-writing-on-palm.jpg, accessed on May 2022.

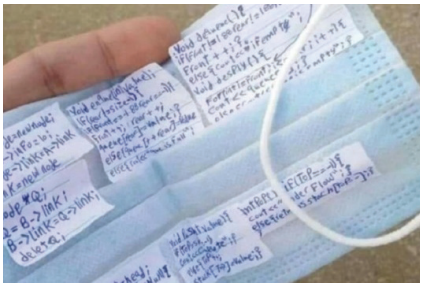
به نظر می‌رسد که نظام‌های آموزشی مهندسی باید در فکر راه چاره باشند تا بتوانند انرژی‌های پنهان در تقلب را به نحو شایسته‌ای مدیریت و با تبدیل آنها به انرژی‌های مثبت و کارساز، از آنها به عنوان انرژی مثبت پیش‌برنده در آموزش مهندسی و یادگیری استفاده نمایند. در مطالعه آقای حافظی‌نژاد (Hafezinejad, 2018)، با نظرسنجی از مدرسین و دانشجویان، به بیش از ۳۰ روش تقلب اشاره شده است که البته شاید بتوان با مطالعات دقیق‌تر، روش‌های بیشتر و جدیدتری را شناسایی کرد. همچنین با همه‌گیری بیماری کرونا و افزایش آزادی عمل دانشجویان در تقلب و از طرفی نبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات برای حضور مؤثر در کنار دانشجویان در زمان امتحانات، تقلب ابعاد گسترده و پیچیده‌تری پیدا کرد. از طرفی، در دوره کرونا، دانشگاه‌ها شاهد دانشجویان کثیری بودند که با هزینه‌های توافقی، به جای یکدیگر امتحان می‌دادند (شکل ۲).

شکل ۲.نمونه هماهنگی قبل از امتحان برای تقلب[1]

با شیوع ویروس کرونا در سطح دنیا، مدیران آموزشی دانشگاه‌ها به اعضای هیئت علمی توصیه کردند که با کاهش بار امتحان پایان نیمسال در ارزشیابی دروس به کمترین شکل ممکن، به فکر استفاده از ارزشیابی‌های طولی و عرضی برای دروس باشند تا تقلب، یادگیری را تحت تأثیر جدی قرار ندهد. این روال جدید همچنین می‌تواند در دوران پساکرونا هم ادامه پیدا نماید. در حالت کلی، به نظر می‌رسد با توجه به انجام فعالیت‌های متعدد در طول نیمسال شامل انجام تکالیف و پروژه‌های متعدد درسی به صورت انفرادی و گروهی، ارائه‌های فردی و گروهی و همچنین امتحان‌های کوتاه[2]، کاهش بار امتحان پایان نیمسال منطقی و معقول به نظر می‌رسد. از طرفی، توجه به ارزشیابی طولی

1- https://iusnews.ir/images/upfiles/20200616/4455699.jpg, accessed on May 2022
2- Quiz

می‌تواند باعث کاهش بار روانی امتحان برای دانشجویان شده است و آنها با انبساط خاطر بیشتری در طول نیمسال به یادگیری بپردازند (Dodeen, 2012). این رویکرد باعث می‌شود مدیران آموزشی در دانشگاه‌ها، برای برخورد با تقلب انرژی کمتری را برای تدوین آیین‌نامه‌های انضباطی صرف نمایند. البته این رویکرد می‌تواند در حالت عادی هم ادامه یابد. به هر صورت، تقلب یکی از بخش‌های جدایی‌ناپذیر تحصیل در مدرسه یا دانشگاه محسوب می‌شود و دانش‌آموزان و دانشجویان، حتی در دوران کرونا، ترفندهای عجیبی را برای انجام تقلب طراحی کرده‌اند، از جمله مثلاً با استفاده از ماسک و سایر ابزارهای جلوگیری از انتقال بیماری (شکل ۳).



شکل ۳. نمونه‌تقلب دانشجویان علوم و مهندسی در دوره کرونا[1و2]

تقلب البته خاص یک کشور نیست و زبان مشترک در میان دانشجویان در کشورهای مختلف است. بررسی‌های انجام‌شده در تایلند (شکل ۴) نشان می‌دهد که دانشجویان با روش‌های عجیب به منظور تقلب نکردن واپایش می‌شوند.

شکل ۴. یک نمونه روش پیشگیری از تقلب توسط دانشگاه‌ها[3]

1- https://image.shutterstock.com/image-vector/cheating-exams-student-wearing-mask-260nw-1918173212.jpg, accessed on May 2022

2- https://elimupedia.com/wp-content/uploads/2021/03/mask.jpg, accessed on September 2023

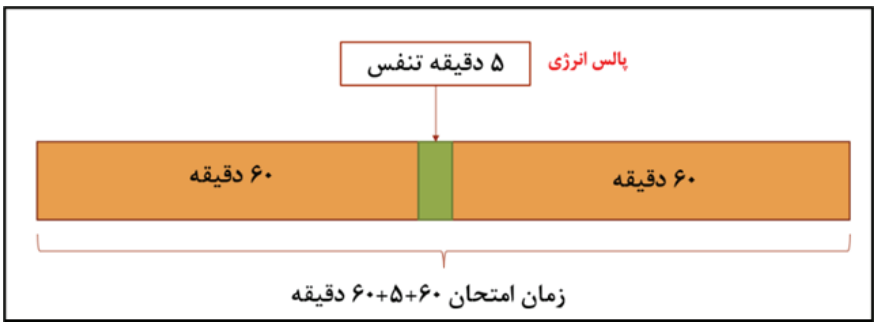
3- https://www.gtgoodtimes.com/wp-content/uploads/2019/02/1812examfeatured.jpg, , accessed on May 2022

در این مقاله، یک طرح پژوهشی با عنوان "رویکردی نو در کاهش بار روانی امتحان و افزایش یادگیری در آموزش مهندسی" در دوران قبل از کرونا انجام شده است. نتایج این پژوهش به عنوان سخنرانی کلیدی در آبان ۱۴۰۰ در هفتمین کنفرانس بین‌المللی آموزش مهندسی در دانشگاه امیرکبیر ارائه شد و به شدت مورد استقبال شرکت‌کنندگان قرار گرفت. فایل ویدئویی این ارائه، در کانال یوتیوب نویسندگان[1] در دسترس عموم علاقه‌مندان قرارگرفته است.

۲. تعریف مسئله

استفاده از روش‌های نوآورانه و خلاقانه برای ارتقای آموزش مهندسی و مدیریت انرژی نهفته در دانشجویان در زمان برگزاری امتحانات که باعث ایجاد بار روانی می‌شود باید با هوشمندی مورد توجه قرار گیرد. بنابراین باید به روش‌های مختلف کاهش تنش روانی بر روی دانشجویان مقطع کارشناسی توجه شود. از طرفی، مقطع کارشناسی باید از نگاه بازار کار، دانش‌آموختگانی را تربیت کند که خلاق و به آینده امیدوار هستند. این امر برای بهبود و ارتقای آموزش، مستلزم استفاده از همه ظرفیت‌ها و حتی انرژی‌ای است که ممکن است منجر به تقلب شود. اهمیت این موضوع با این فرض که مدرک کارشناسی، کلید اصلی ورود دانش‌آموختگان به بازار کار است، مضاعف می‌شود (Garavalia et al. 2007).

برای تبیین این موضوع بسیار مهم، یک پژوهش نوآورانه طراحی و با مشارکت ۳۸ دانشجوی حاضر در جلسه امتحان پایان نیمسال برای اولین‌بار به اجرا گذاشته شد تا نتایج آن برای پژوهش‌های بعدی در آموزش مهندسی استفاده شود. جهت اجرای این پژوهش، سه‌سری سؤال متفاوت امتحانی به دانشجویان داده شد که محاسبات آن را با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام دادند و در نهایت پاسخ‌نامه کاغذی و محاسبات مربوط به مسائل در قالب فایل اکسل از دانشجویان دریافت شد. در وسط امتحان، از دانشجویان خواسته شد که بدون قلم، کاغذ و تلفن همراه به خارج از سالن امتحان بروند و در صورت



شکل ۵.مدل برگزاری امتحان پایان نیمسال

1- https://www.youtube.com/watch?v=4V3qaO0qbCs

تمایل، به مدت پنج دقیقه مشورت یا استراحتی کوتاه داشته باشند. بعد از گذشت یک‌سال، گروه پژوهشی توانست با ۲۷ نفر از همان دانشجویان مصاحبه و نتایج را استخراج و تحلیل کند. در واقع، این امتحان همانند بازی فوتبال است (شکل ۵) که بین نیمه اول و نیمه دوم، زمانی برای استراحت به بازیکنان داده می‌شود و گمان می‌رود که این استراحت بتواند انرژی مثبتی را به دانشجویان منتقل کند و علی‌رغم زمان کوتاه آن، آثار چشمگیری را نشان دهد.

۳. روش تحقیق و چهارچوب پژوهش

پژوهش حاضر با رویکرد پدیدارشناسی انجام شده است. این رویکرد با توجه به اصول شناختی خود، تا حد امکان بر روی تجربه‌های دست‌اول یا تجربه‌های زیسته، متمرکز شده است و از پرداختن به موضوعات ثانویه خودداری می‌کند، چرا که امکان ورود به لایه‌های معنایی تجربه‌های دست‌دوم را نداشته است و در صورت استفاده می‌تواند پژوهش را مخدوش نماید. یافته‌های تجربه‌های دست‌اول یا تجربه زیسته تنها از طریق مصاحبه با افرادی صورت می‌گیرد که خود این تجربه را داشته‌اند (Emami Sigarudi et. al 2010). بنابراین با این نگاه، با ۲۷ نفر از ۳۸ نفر تجربه‌گران این پروژه که در امتحان شرکت کرده بودند، مصاحبه صورت‌گرفته است. مکالمه‌ها دز مصاحبه‌ها به‌صورت کامل ضبط و کلمه‌به‌کلمه به رشته تحریر درآمده است و خلاصه آنها در جداول یک (چهارچوب کلی پژوهش) و دو (ویژگی‌های مصاحبه‌ها و سؤالات)، آورده شده است.

جدول ۱. چهارچوب پژوهش صورت‌گرفته

مشخصات امتحان	پایان نیمسال درس اقتصاد و طرح مهندسی در دانشکده فنی دانشگاه تهران
تعداد دانشجویان	۳۸ نفر
تاریخ برگزاری امتحان	سوم بهمن سال ۱۳۹۸ به صورت حضوری (نیمسال اول سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۳۹۸)
مدت‌زمان آزمون	۱۲۰ دقیقه
ویژگی‌های آزمون	ـ توزیع سه‌سری سؤال متفاوت میان دانشجویان ـ برگزاری امتحان در مرکز رایانه، انجام محاسبات با استفاده از نرم‌افزار اکسل ـ اختصاص ۵ دقیقه در میانه امتحان به دانشجویان بدون اطلاع قبلی برای مشورت و استراحت
زمان مصاحبه	مصاحبه با ۲۷ نفر از دانشجویان (۷۱ درصد حاضرین در این تجربه زیسته) یک‌سال پس از امتحان
مدت مصاحبه	حداقل نیم‌ساعت به ازای هر شرکت‌کننده (حدود ۱۶ ساعت)
شرایط زمان مصاحبه	شاغل در صنعت، دانشجوی تحصیلات تکمیلی در ایران و یا خارج از کشور
سهم آزمون پایانی	۴۰٪ از نمره نهایی و مابقی نمره به‌شرح زیر توزیع شده است: ـ تمرین‌های طول نیمسال ۱۰٪، فعالیت کلاسی ۱۰٪، پروژه نهایی (طرح توجیه فنی و اقتصادی) ۴۰٪
خروجی	مستندسازی تجارب زیسته دانشجویان حاضر در آزمون، تحلیل یافته‌های پژوهشی فوق و تهیه مقاله

جدول۲. سؤالات مصاحبه

ردیف	محور	عنوان سؤال
۱	معرفی	ـ ابتدا از خودتان بگویید، چند سال دارید؟ معدل، نمره درس و...
۲	تجارب قبلی	ـ در رابطه با تجارب قبلی خودتان از امتحانات دوران دانشجویی که به روش‌های متفاوتی از تجربه جدید برگزار شده است بفرمایید (کتاب‌باز و یا کتاب‌بسته).
۳	جزئیات تجربه	ـ نظم جلسه امتحان چطور بود؟ ـ چه زمانی متوجه این نوع امتحان شدید؟ ـ نزدیکی این امتحان به مسائل و چالش‌های زندگی عادی چطور بود؟ ـ طول زمان تنفس در وسط امتحان چقدر بود؟ آیا کمکی به شما کرد؟ ـ واکنش خود، دوستان، آشنایان و خانواده نسبت به این امتحان چطور بود؟ ـ از جزئیات تجربه‌ای که در امتحان درس اقتصاد و طرح مهندسی داشتید بفرمایید.
۴	بازتاب	ـ این آزمون باعث شد چه احساسی به شما دست بدهد؟ ـ معنایی که از این تجربه زیسته برداشت فرمودید، چه بود و چه ابهاماتی داشت؟ ـ با توجه به تجربه‌های قبلی، این تجربه متفاوت را در کل چگونه و چطور ارزیابی می‌کنید؟
۵	یادگیری سر جلسه	ـ افکار و تصوراتتان را در موقع تنفس و نیمه دوم امتحان تشریح نمایید

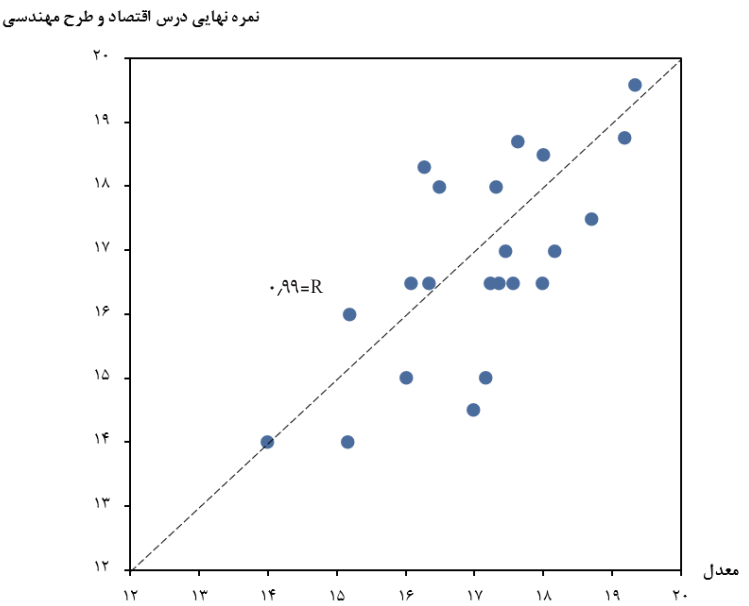
۴. نتایج

۴-۱. تحلیل کمی

به دلیل افزودن مشورت پنج‌دقیقه‌ای در میان امتحان، فرض اولیه پژوهشگران این بود که میانگین نمره در این امتحان نسبت به سالیان گذشته افزایش محسوسی داشته باشد ولی بررسی میانگین نمرات امتحان مذکور (جدول۳) با چهار نیمسال گذشته، افزایش ۰/۵۱ نمره را نشان می‌دهد که در مقیاس ۲۰ برابر، ۲/۵ درصد افزایش نسبت به میانگین چهار سال گذاشته است. ذکر این نکته ضروری است که برای مقایسه دقیق‌تر میانگین این درس در این نیمسال با در درس مشابه در سال‌های قبل، به اطلاعات بیشتری از وضعیت تحصیلی دانشجویان در دوره‌های قبلی نیاز است تا بتوان در مورد نتیجه تجربه جدید روی میانگین نمرات دانشجویان اظهارنظر کرد. همچنین رابطه میان نمره کسب‌شده توسط دانشجویان در این درس با معدل آنان (شکل ۶) همبستگی بسیار بالا (R=0.99) را نشان می‌دهد. می‌توان نتیجه گرفت دانشجویانی که معدل کلی بالاتری داشتند، نمرات بالاتر و به همین ترتیب، دانشجویانی که معدل کمتری داشتند، نمرات کمتری کسب کردند، در نتیجه این نمرات با وضعیت عملکرد عمومی دانشجویان همان نیمسال تحصیلی همخوانی دارد. (Cetinkaya-Rundel, 2019)

جدول ۳. نمرات امتحان پایان نیمسال در مقایسه با نیمسال‌های قبل

داده / نیمسال تحصیلی	میانگین نمرات	انحراف معیار نمرات	تعداد دانشجویان
۹۸-۹۹-۱ (امتحان با تنفس)	۱۶/۸	۲/۵	۳۸
۹۶-۹۷-۱	۱۶/۲	۱/۸	۲۶
۹۶-۹۷-۲	۱۶/۲	۱/۷	۳۵
۹۷-۹۸-۱	۱۶/۲	۱/۹	۳۹
۹۷-۹۸-۲	۱۶/۴	۲/۸	۳۵
میانگین چهار نیمسال پیشین	۱۶/۳	۲	
لازم به توضیح است که این امتحان فقط ۴۰ درصد نمره نهایی را تشکیل می‌دهد.			



شکل ۶. همبستگی میان معدل و نمره نهایی دانشجویان

از طرفی، انتظار بر این بود که انحراف معیار ذکرشده در جدول ۳ در این امتحان به دلیل اشتراک‌گذاری اطلاعات بین دانشجویان تغییر معنی‌داری پیدا نماید. بررسی دقیق‌تر این مولفه، در نیم‌سال‌های گذشته ۲/۵ درصد نسبت به میانگین چهار نیمسال گذشته افزایش یافته است که قابل توجه نیست. با توجه به مشاهده فوق و بررسی نتایج مصاحبه دانشجویان، عده‌ای از آنان، علیرغم کسب نمرات کمتر نسبت به میانگین کلاس، اذعان داشتند که فرصت تنفس پنج‌دقیقه‌ای تنها برای

افرادی مفید بوده است که از قبل سطح آمادگی قابل قبولی برای امتحان داشتند اما دانشجویان با سطح آمادگی کمتر، قادر به استفاده مناسب از زمان تنفس پنج‌دقیقه‌ای نبودند. در نتیجه پراکندگی نمرات، به مقدار جزئی افزایش یافته است. (Cetinkaya-Rundel, 2019)

۴-۲. تحلیل کیفی

نظرسنجی کیفی از دانشجویان با اطلاعات مستخرج از مصاحبه که در جداول (۱۰-۴) به اختصار ذکر شده است، نشان می‌دهد که این رویکرد جدید آزمون، منجر به یادآوری اهمیت و تقویت مهارت‌های نرم در بین دانشجویان شده است. آنها با اعتماد به نفس و انبساط خاطر امتحان را بدون داشتن دغدغه تقلب برگزار و با رضایت خاطر جلسه را ترک کردند. رضایت از امتحان حتی پس از گذشت بیش از یک‌سال و نیم کماکان در صحبت‌های دانشجویان پررنگ بوده است و آنها با خاطره‌ای خوب از دانشگاه، برای نقش‌آفرینی مؤثر در جامعه، دانش‌آموخته شدند.

جدول ۴. اهمیت کار گروهی

ردیف	عنوان
۱	ـ آدم‌ها اون تجربه‌ای را که به دست آورده بودند، به اشتراک می‌گذاشتند.
۲	ـ با همدلی و راحتی، افراد تجربه خود را با هم به اشتراک می‌گذاشتند.
۳	ـ کار تیمی خوبی بود، چون ما تو ایران خیلی کارگروهی نداریم.
۴	ـ بچه‌ها با شگفت‌زدگی، مشغول تعامل با دوستانشان بودند.
۵	ـ من ندیده بودم این همه بچه‌ها با هم در مورد درس صحبت کنند. اینجا کل کلاس از هم سؤال می‌پرسیدند.
۶	ـ این که اطلاعاتتان هر چقدر کامل باشد، باز هم ناقص هست. نمی‌توانی از همه ابعاد نگاه کنی. ـ صحبت‌کردن باعث کشف خیلی از ابعاد می‌شود.

جدول ۵. ایجاد ارتباط مؤثر بین افراد

ردیف	عنوان
۱	ـ دقیقاً مثل مرگ و زندگی، هر چقدر هم کمرو باشی باید ارتباط بگیری و هم اینکه همه برای تبادل اطلاعات آماده بودند.
۲	ـ سعی می‌کنی همهٔ شرم و حیا رو کنار بگذاری برای مبادله اطلاعات
۳	ـ در زندگی از تجارب کسانی که قبل از شما مشکلات رو داشتند، می‌توانی استفاده کنی.
۴	ـ موانع ارتباطی برای یادگیری کاملاً برداشته شد، بچه‌ها با هم گرم گرفتند.
۵	ـ تو زندگی از تجارب دیگران می‌توانی استفاده کنی اما این بسته به شماست که چقدر به خودتان و روش خودتان اعتماد دارید.
۶	ـ من ندیده بودم این همه بچه‌ها با هم در مورد درس صحبت کنند. اینجا کل کلاس از هم سؤال می‌پرسیدند.

جدول ۶. ایجاد اعتماد به نفس

ردیف	عنوان
۱	ـ با حس خوبی می‌دیدی همه نمی‌توانند به همه سؤالات جواب بدهند.
۲	ـ فضای امتحان قبل و بعد از تنفس خیلی تغییر جالبی کرد، آرامش، اعتماد به نفس بیشتر، استرس کمتر و احساس کمبود رفع شد.
۳	ـ این بسته به شماست که چقدر اعتماد به نفس دارید و چقدر به بقیه می‌توانید اتکا کنید.
۴	ـ اعتماد به نفس لازم است که آدم گیج نشده و جواب درسته را انتخاب کنه.
۵	ـ این را که توی کار و زمانی که خودت داری تنهایی می‌جنگی درک می‌کنی.
۶	ـ اگر از قبل می‌دانستیم با هم تقسیم کار می‌کردیم.
۷	ـ یکی از بچه‌ها، یک سؤالی رو ایراد داشت بعد من نکته سؤال را گفتم؛ ولی متوجه نشد؛ یعنی برای کسانی که مشکل داشتند ۵ دقیقه مفید نبود و فقط برای افرادی مفید بود که سؤال را فهمیده بودند.

جدول ۷. ایجاد و تقویت تمرکز روی حل مسئله

ردیف	عنوان
۱	ـ هر کسی سؤالش را توضیح می‌داد و یا سعی می‌کرد توضیح بگیرد و تو ذهنش بسپارد. به نظرم تمرکز بیشتر بود.
۲	ـ حس خوبی داشتم که چیزی بلد هستم و خودم حداکثر توانم را انجام می‌دهم.
۳	ـ دو تا سؤالی که تو اون ۵ دقیقه رد و بدل شده، هنوز یاد من هست.
۴	ـ این امتحان یک تلنگری به من زد و آن این که بعضی وقت‌ها برای حل مسئله‌های زندگی باید یک‌زمان کوتاه از آن دور بشوی، دوباره برگردی، چون باعث می‌شود که با نگاه متفاوت ابعاد مختلف آن را بهتر متوجه بشوی.
۵	ـ چیزی یادداشت نمی‌کردیم، نکات مهم مطرح‌شده در این زمان کوتاه را به حافظه می‌سپردیم و بازدهی خیلی بیشتری داشت.
۶	ـ اولین امتحانی بود که سرم فقط تو کامپیوتر و برگه خودم بود چون تقلب دیگر برای من ارزشی نداشت.
۷	ـ نکات مهم توسط دانشجویان با ماندگاری و انرژی بالا دوباره منتقل شد.

جدول ۸. مدیریت استرس و تنش

ردیف	عنوان
۱	ـ هر کسی سؤالی را که مشکل داشت توضیح می‌داد و یا سعی می‌کرد توضیح بگیرد و تو ذهنش بسپارد. به نظرم تمرکز بیشتر بود.
۲	ـ از لحاظ احساسی یعنی باید روی خود و شرایط محیطی کنترل داشته باشه تا بهترین استفاده را ببرد.
۳	ـ ذهن‌ها آرام‌تر و استرس و سردرگمی کم‌تر شده بود.
۴	ـ حس تخلیه داشت و استرس بلافاصله به هیجان تبدیل شد. بعد از تنفس، خیلی راحت‌تر با ذهن باز و آرام به سؤالات جواب دادم.
۵	ـ لحظه اول شوکه شدم و بعد لبخند زدم چون خیلی چیز متفاوتی بود که ندیده بودم ولی بعد از تنفس، حس خوشحالی داشتم.
۶	ـ امتحان بدون بار روانی زیاد و یادگیری بدون اذیت‌شدن بود.

ادامه جدول ۸

۷	ـ از اول تا زمان تنفس بین امتحان، فشار زیادی روی من بود، بعد از تنفس به آرامش رسیدم.
۸	ـ شروع با تلاطم و بعد آرام شد. دانشجویان نکته‌ای را که فراموش کرده بودند سؤال می‌کردند و بعد امتحان با آرامش انجام شد.
۹	ـ از لحاظ روانی و احساسی بیشتر کمک کرد و از نظر نمره به طور تقریبی یک تا دو نمره کمک کرد.
۱۰	ـ واکنش اول منفی بود ولی دیدم این روش می‌تواند بسیار مفید و خوب باشد.

جدول ۹. افزایش و تقویت اعتماد فی ما بین استاد و دانشجو

ردیف	عنوان
۱	ـ دیدی که به مدرس درس بود باعث شد مثبت باشه، همدلی بیشتر و حس تقلب از بین رفت.
۲	ـ از لحاظ احساسی یعنی باید خود و شرایط محیطی کنترل داشته باشه تا بهترین استفاده را ببرد.
۳	ـ ذهن‌ها آرام‌تر و استرس و سردرگمی کم‌تر شده بود.
۴	ـ لحظه اول شوکه شدم، بعد لبخند می‌زدم چون خیلی چیز متفاوتی بود که ندیده بودم؛ ولی بعد از تنفس حس خوشحالی داشتم.
۵	ـ هدف مدرس درس این بود که ما دانشمان بالا برود.
۶	ـ هر کسی سؤالی را که مشکل داشت توضیح می‌داد و یا سعی می‌کرد توضیح بگیرد و تو ذهنش بسپارد. به نظرم تمرکز بیشتر بود.
۷	ـ همه حس خوشحالی داشتند. چیزی را که وسط امتحان یادت بره بهت به گن خوشحالی هم دارد.
۸	ـ جزئیات سؤال، نکته و این که چه کسی راهنمایی کرد را یادم مانده است.
۹	ـ ایده خیلی خوب و جدیدی برای امتحان‌های دیگر بود.
۱۰	ـ حس تازگی داشت اولین بار بود که این‌طوری امتحان می‌دادیم و مخصوصاً آن فرجه‌ای وسط امتحان، همه را متعجب کرده بود.
۱۱	ـ فکر نمی‌کنم کسی از نحوه برگزاری امتحان ناراضی بوده باشد.

جدول ۱۰. ایجاد شوق، هیجان و همدلی

ردیف	عنوان
۱	ـ هیجان بین همه موج می‌زد، و بحث روی سؤالات و جواب‌ها
۲	ـ اولش همه شوکه شدیم اما بعد خوشحال
۳	ـ بیرون که رفتیم بچه‌ها حس شگفت‌زدگی داشتند بعد در زمان کوتاه مشغول پرسیدن و جواب دادن به دوستانشان بودند.

با توجه به مطالب ذکرشده در جداول (۱۰-۴) با ذکر ۵۰ ویژگی مثبت برای این رویکرد جدید و در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که با این روش ساده و یا روش‌های مشابه، می‌توان اهمیت مهارت‌های نرم و زندگی مانند همدلی، روابط فردی، مقابله با استرس، حل مسئله و تصمیم‌گیری که

توسط سازمان بهداشت جهانی مطابق شکل ۷ ارائه شده است را به افراد یادآوری نمود(Sotudeh-Gharebaghet. al, 2018) . درواقع استفاده از الگوی فوتبال، باعث تبدیل انرژی منفی تقلب در امتحان به انرژی مثبت برای یادگیری عمیق شد؛ زیرا بیش از نیمی از دانشجویان معتقد بودند که پس از گذشت یک سال، سؤالات و نکات درس را که در مصاحبه‌ها از آنان پرسش شده بود را به یاد دارند. به علاوه با شیوه مشورت در زمان استرس آشنا شدند. مهم‌تر از آن، دانشجویان پی بردند که مشورت در لحظات حساس زندگی، چقدر می‌تواند مهم و کلیدی باشد.

شکل ۷.مهارت‌های زندگی- سازمان بهداشت جهانی[1]

همچنین وجود سازگاری میان شیوه جدید امتحان با سازوکارهای تفکر مغز انسان سبب شده است تا بسیاری از دانشجویان اذعان داشته‌اند که بعد از بازگشت از تنفس و حضور در فضای خارج از امتحان، بدون مشورت یا دریافت پاسخ مستقیم یا غیرمستقیم، موفق به حل سؤالاتی شوند که در پاسخگویی به آنان با مشکل مواجه بودند. این مشاهده همخوانی زیادی باوجود سازوکارهای دوگانه تفکر در مغز انسان دارد. دو سازوکار اصلی مطرح‌شده توسط گیلفورد[2] معمولاً به نام‌های تفکر همگرا و واگرا شناخته می‌شوند. (Aazr et. al, 2019) به اعتقاد گیلفورد، در تفکر همگرا، فرد از فرایندهای ذهنی قالبی که فقط بر حل یک مسئله تمرکز دارد و به دنبال یک جواب صحیح است و جهت و مسیر مشخصی را پیش می‌گیرد، استفاده می‌کند. در مقابل، در برخی از تکالیف ذهنی در طی تفکر واگرا بسیاری از ایده‌های جدید و خلاقانه و با بررسی راه‌حل‌های گوناگون از طریق تفکر واگرا و انتخاب مناسب‌ترین راه‌حل با استفاده از تفکر همگرا فرد به حل خلاقانه مسائل دست پیدا می‌کند. یکی از فنون توصیه‌شده برای حل مسئله و یادگیری مباحث پیچیده که به اصلاح خواب روی مسئله نام دارد. (Oakley et. al, 1995) مشابه شیوه امتحانی مورد استفاده است. در روش مذکور محقق بعد از مدتی تفکر عمیق بر روی مسئله ذهن خود را از تفکر همگرا خارج کرده و با انجام فعالیت‌هایی مانند

1- aryakid.com/مهارت-های-ده-گانه-زندگی/ accessed on 28 May 2023 2- Guilford

پیاده‌روی وارد حالت همگرا می‌شود و معمولاً در این میان جواب مسئله به صورت ناگهانی در حالت تفکر واگرا در ذهن فرد جرقه می‌زند. (Oakley, 1995)

۴-۳. جمع‌بندی نظرات

با استفاده از این روش نوآورانه در امتحان، که بر اساس بررسی منابع برای اولین بار در دنیا تجربه شده است، استرس و انرژی منفی که دانشجویان معمولاً در امتحان تجربه می‌کنند، به طرز ناباورانه‌ای تبدیل به انرژی مثبتی برای یادگیری عمیق می‌شود. شواهد حاکی از این موضوع است که دانشجویان سؤالات و نکات امتحانی را بعد از گذشت یک سال به خاطر می‌آورند و آنها را بازگو می‌کنند. همچنین، از طریق ایجاد ارتباط مؤثر، سازنده و چندجانبه، دانشجویان یاد می‌گیرند که مشورت در زمان استرس و در مواجهه با مشکلات، به حل مسائل کمک کند. این موضوع با سازوکار مغز انسان همخوانی دارد و نشان می‌دهد که تنفس و مشورت منجر به به دست آوردن دیدگاه جدیدی برای حل مسئله می‌شود. یکی از نتایج این امتحان، بیانگر این بود که ارتباط بین دانشجویان از دوره‌های مختلف که تا آن زمان با یکدیگر در ارتباط نبودند، پیش از این امتحان شکل نگرفته بود، اما این روش امتحان‌دهی باعث شد تا ارتباطات جدید و مؤثری بین دانشجویان از دوره‌های مختلف شکل بگیرد. تقویت حس اعتماد بین استاد و دانشجویان یکی از یافته‌های مهم این پژوهش بود، که در فرایند یادگیری و آموزش اهمیت کلیدی دارد. این مشورت کوتاه بین دو نیمه امتحان به دانشجویان به وضوح یادآوری می‌کند که اهمیت مشورت در لحظات حساس زندگی را به درستی درک کنند و آن را به طور آگاهانه و با هوشمندی به کار ببرند.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک رویکرد نوین برای امتحان درس در مقطع کارشناسی ارائه شده است. در واقع، این ایده جدید برای اولین‌بار در دنیا در این درس به صورت عملی آزمون شده است و نشان داده شده است که همواره می‌توان به امتحان در هر مرحله‌ای به عنوان یک فرصت برای یادگیری نگاه کرد. این موضوع در امتحانات پایان نیمسال دروسی که دانشجویان به دنبال کسب بالاترین نمره در آنها هستند و به دلیل تلاش مداوم و پیگیری در چندین روز قبل از آنها در یک تراز انرژی بالا با درس درگیر هستند، اهمیت بیشتری دارد. البته استفاده عمومی از این روش در موقعیت‌های دیگر نیازمند بررسی بیشتر و دقیق‌تر است که نویسندگان قصد دارند در آینده، نتایج بیشتری را که بر اساس این ایده به دست می‌آید، بررسی کنند و مشکلات و نقاط ضعف آن را بیابند. یکی از مواردی که در این رویکرد نوین که در کنفرانس بین‌المللی آموزش مهندسی هم مطرح شده است، باید در پژوهش‌های آتی مورد توجه قرار گیرد، ایجاد قابلیت عمومی‌سازی برای اجرا در دروس مختلف است. البته در این آزمایش اولیه سعی

شده است تا در حد ممکن این نقص برطرف شود اما در رشته‌های مهندسی، اگر در سؤالات امتحانی از اطلاعات دانشجویان مانند سال و ماه تولد، شماره دانشجویی، شماره ملی، کد محل تولد و یا ترکیبی از این اعداد استفاده شود، سؤالات دانشجویان مختلف با هم متفاوت خواهد بود و روش می‌تواند در آینده با انجام پژوهش‌های بیشتر، منعطف‌تر شود و عمومیت خوبی پیدا کند. همچنین، در زمان تنفس نیز می‌توان دانشجویان را در چند گروه به‌صورت تصادفی از روی شماره دانشجویی تقسیم کرد. در این صورت، حتی می‌توان از ابتدای نیمسال نحوه برگزاری امتحانات به صورت دو نیمه و تنفسی را به دانشجویان اعلام کرد.

از طرفی، باید ذکر کرد که این تغییرات در روش طراحی سؤال و امکان مشورت کوتاه دانشجویان در طول آزمون با همدیگر، به طور معمول زمان زیادی را از اعضای هیئت علمی طلب می‌کند. البته، این صرف وقت، ارزش خاصی دارد زیرا می‌تواند از ایده تقلب در امتحان، به فرصتی برای یادگیری مؤثر تبدیل شود. امید می‌رود که این نوآوری موجب ایجاد فرصت‌های جدیدی در برگزاری آزمون‌ها شود و به اعضای هیئت علمی در دانشکده‌های مهندسی امکان بدهد تا بخشی از وقت خود را برای طراحی و آزمون روش‌های جدید ارزیابی با تمرکز بر بهبود فرایند یادگیری و آموزش اختصاص دهند. برای اعضای هیئت ممیزه دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی هم فرض است که پژوهش در آموزش را به سان پژوهش‌های مقاله‌محور در ارتقای[1] هیئت علمی به طور ویژه ارج نهند. البته، روش مطرح‌شده در این مقاله و یا سایر روش‌های پیشنهادی می‌توانند در کنار امتحانات مشارکتی[2] و یا امتحان در خانه که در سال‌های گذشته در آموزش مهندسی به کار گرفته شده است، مورد توجه قرار بگیرند. تجربیات دوران کرونا نیز نشان داده است که وزن آزمون‌های پایان نیمسال در ارزشیابی نهایی درس‌ها می‌تواند به حداقل کاهش و با استفاده از روش‌های جایگزین ارزشیابی طولانی و عرضی، کیفیت آموزش مهندسی را ارتقا داد.

لازم به یادآوری است که رویکرد نوآورانه مورد بحث در این پژوهش برای اولین‌بار در جهان و در محدوده یک درس اجرا شده است و بدون شک، نظرات موافقان و مخالفان خود را دارد. امید است پس از انتشار مقالات مستخرج از این پژوهش در نشریات ملی و بین‌المللی، محققان آموزش مهندسی به مطالعه و بررسی عمیق‌تر، فرصت‌ها و چالش‌های این ایده نوآورانه و خلاق بپردازند تا با تکمیل و عمومی‌سازی آن با استفاده از داده‌های بیشتر و سپس با رفع مشکلات احتمالی، این رویکرد در سطح جهانی قابل استفاده گردد. این پژوهش و پژوهش‌های مرتبط با آزمون و تقلب و به‌تبع آن، کاهش وزن آزمون‌های پایان نیمسال به نفع ارزشیابی عرضی و طولی در نیمسال‌های تحصیلی، می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه فشار روانی که دانشجویان در طول آزمون‌ها تجربه می‌کنند، گردد.

1- Take-home
2- Collaborative exam

تشکر و قدردانی

۱. از دانشجویان درس اقتصاد و طرح مهندسی دانشکده فنی دانشگاه تهران در نیمسال اول ۱۳۹۹-۱۳۹۸ که این اجرای تجربه زیسته امتحان برای اولین بار در دنیا با مشارکت آنها انجام و پس از گذشت یک سال نظرات ارزشمندشان را در اختیار نویسندگان این مقاله قرار دادند، به طور ویژه تقدیر و تشکر می‌شود و افتخار همیشگی مدرسان این است که در کنار دانشجویان مقطع کارشناسی رشد کرده و بر این رشد تدریجی و حرفه‌ای می‌بالند.

۲. از آقای دکتر علی محمدزاده و مهندس قزل‌ایاق متصدی مرکز رایانه دانشکده مهندسی شیمی که در طراحی سؤالات با نویسندگان و انجام مصاحبه‌ها با دانشجویان همکاری نمودند، تشکر می‌شود.

۳. از آقای دکتر عسکرپور دبیر محترم هشتمین کنگره بین‌المللی آموزش مهندسی ایران به خاطر اهتمام وافر ایشان به آموزش مهندسی، از آقای دکتر اشرفی‌زاده رئیس محترم انجمن آموزش مهندسی به‌خاطر تلاش‌های مؤثرشان در تقویت آموزش مهندسی و از خانم مهندس شیربان مدیر محترم اجرایی انجمن به خاطر فراهم‌کردن فرصت مناسب برای ارائه این تجربه، به عنوان سخنرانی کلیدی در کنگره هشتم در آبان‌ماه ۱۴۰۰، و از داوران محترم برای بررسی و داوری مقاله صمیمانه تشکر می‌شود.

References

- Dodeen, H. (2012), *Undergraduate student cheating in exams*, https: //api.semanticscholar.org/ CorpusID: 146582492, accessed on September 2023.
- Hafezinejad, M. (2018), *Thirty methods for cheating in exams.* Accessed on March, 2023, from Ravesh-e Tadris: raveshtadris.com [in Presian]
- Passow, Honor J. , Matthew J. Mayhew, Cynthia J. Finelli, Trevor S. Harding and Donald D. Carpenter, (2006) Factors influencing Engineering students' decisions to cheat by type of assessment, *Research in Higher Education* 47, 643-684.
- Garavalia L. , E. Olson, E. Russell, L. Christensen, (2007) *How do students cheat?* , Editor(s): Eric M. Anderman, Tamera B. Murdock, Psychology of Academic Cheating, Academic Press, 33-55, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123725417500048.
- Emami Sigarudi A., D. N. (2010). Qualitative research method: phenomenology, *Journal of Holistic Nursing and Midwifery*. [in Presian].
- Cetinkaya-Rundel, M., Diez, D., and Barr, C. (2019). *Openintro statistics*. (4th ed.) OpenIntro, Inc. https://www.openintro.org/book/os.
- Sotudeh-Gharebagh, R. A. Mohammadzadeh (2019). Soft skills for engineering students and graduates, *Iranian Journal of Engineering Education*,20, 80. [In Persian]
- Aazr E, Bigdeli I, Ghanaei Chamanabad A (2019). The role of functional synchronization of alpha waves in divergent and convergent thinking. Shefaye Khatam], *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam* 7(2), 33-43.
- Oakley, B. A. (1995). *Learn like a pro: science-based tools to become better at anything.* New York, St. Martin's Essentials.

- **رحمت ستوده قره‌باغ:** مدرک دکترای خود را در مهندسی شیمی از دانشگاه پلی‌تکنیک مونترال کانادا اخذ کرده‌اند. ایشان از سال ۱۳۷۸ فعالیت خود را به‌عنوان عضو هیئت‌علمی در دانشگاه تهران آغاز و هم اکنون نیز به‌عنوان استاد در دانشکده فنی مشغول فعالیت بوده و هم‌زمان کارشناس رسمی دادگستری در رشته صنایع نفت هستند. در کنار فعالیت‌های اجرایی و مدیریتی در سطوح مختلف، ایشان در زمینه مهندسی فرایند، کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی شیمی و آموزش مهندسی مشغول به کار آموزشی و پژوهشی هستند.

- **امیرحسین درخشانی:** دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی شیمی و مدیریت - ماینور (Minor) در دانشگاه تهران گذرانده است. ایشان موفق شد با اخذ رتبه اول در کنکور ارشد مدیریت (صنعتی) تحصیلات خود را در دانشگاه تهران در دوره ارشد مدیریت فناوری اطلاعات ادامه دهد. در کنار فعالیت‌های علمی و پژوهشی، ایشان به عنوان تحلیل‌گر کسب‌وکار در شرکت اسنپ مشغول به کار است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۹۹، پاییز ۱۴۰۲، صص.۶۳-۴۳

بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران: شناسایی راهکارها

محسن نظرزاده زارع[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۵

DOI: 10.22047/ijee.2023.410878.2003

چکیده: امروزه کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات به‌عنوان یک مسئله جدی، مشکلاتی را برای کشورهای درحال‌توسعه از جمله ایران ایجاد کرده است. این در حالی است که متخصصان حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات نقش به سزایی در رشد و توسعه کشورها به عهده دارند. از این رو پژوهش حاضر به دنبال شناسایی راهکارهایی برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در مقطع کارشناسی در نظام دانشگاهی ایران است. بر این اساس، از رویکرد آمیخته متوالی- اکتشافی استفاده شد. بدین صورت که در گام کیفی با تکیه بر روش مطالعه موردی، راهکارهای مؤثر برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ نفر از خبرگان احصاء شد و متعاقب آن در گام کمی، برای اعتبارسنجی راهکارهای احصاءشده، از روش دلفی کلاسیک استفاده شد. بدین صورت که پرسش‌نامه‌ای بر اساس راهکارهای احصاءشده در گام کیفی، طراحی گردید و در بین ۱۳ نفر خبره، توزیع شد تا میزان اجماع آنها در مورد راهکارهای احصاءشده به دست آید. داده‌های گام کمی نیز با استفاده از روش‌های آماری، از قبیل ضریب هماهنگی کندال، میانه، میانگین و انحراف چارکی مورد تحلیل قرار گرفتند. یافته‌های حاصل از دو گام کیفی و کمی نشان داد که خبرگان بر روی نُه راهکار مهم برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران، از قبیل ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک محلی با دانشگاه‌های بزرگ استانی، توجه جدی به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی، ایجاد و توسعه میان‌رشته‌ای‌ها، تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی، توجه بیشتر به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی، پذیرش دانشجوی خارجی از کشورهای منطقه، توجه به ارتقای کیفیت، تحول در برنامه‌های درسی متناسب با نیازهای بازار کار و برگزاری دوره‌های آموزش آزاد و مجازی به اجماع رسیدند.

واژگان کلیدی: رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی، ریاضیات، آموزش عالی ایران، بحران، راهکارها

۱- استادیار گروه علوم تربیتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

۱. مقدمه

STEM که برگرفته از سرواژه کلمات علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات[1] است، به رشته‌ها و مشاغلی از قبیل علوم رایانه، مدیریت شبکه و سامانه‌های رایانه‌ای، مدیریت پایگاه داده، معماری، نقشه‌برداری، انواع مهندسی، متخصص ژنتیک، متخصص میکرب‌شناسی، متخصص بیوشیمی، مشاغل علوم ریاضی، مشاغل علوم فیزیک، مشاغل علوم کشاورزی و زیستی گفته می‌شود (Carnevale et al., 2011). امروزه کاهش استقبال داوطلبان از رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، به خصوص در مقطع کارشناسی به عنوان یک مسئله جدی، مشکلاتی را برای کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه ایجاد کرده است. این در حالی است که نیاز به دانش‌آموختگان در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در سطح جهان بسیار بالاست. با این حال، تمایل داوطلبان برای ورود به این رشته‌ها، در سطح جهان در حال کاهش است. این مسئله در بسیاری از کشورها، مانند استرالیا، آمریکا، مالزی و فیلیپین نیز مشهود است (Rafanan et al., 2020)، به گونه‌ای که طبق گزارش مرکز آمار وزارت علوم ایالات متحده آمریکا حدود نیمی از داوطلبان رشته‌های کارشناسی و حتی کارشناسی ارشد در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، قبل از ورود به این رشته‌ها و یا در حین تحصیل منصرف می‌شوند (Willis, 2018). به همین ترتیب در ایران نیز با نگاهی به روند تغییرات تعداد داوطلبان کنکور سراسری در بازه ۱۵ساله در گروه‌های آزمایشی مختلف، این‌گونه استنباط می‌شود که داوطلبان ورود به دانشگاه در مقطع کارشناسی در گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی در مقایسه با گروه‌های آزمایشی علوم تجربی و انسانی از میانه دهه ۸۰ شمسی به بعد، به صورت چشمگیری کاهش یافته است (Kadivar & Majidi, 2021). به طوری که بر اساس آمار منتشرشده از سوی سازمان سنجش آموزش کشور در سال تحصیلی ۹۶-۹۵، از مجموع ۹۳۰ هزار و ۴۸۲ نفر داوطلب شرکت‌کننده در کنکور سراسری، تعداد ۱۴۸ هزار و ۲۹۷ نفر در گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی شرکت کرده بودند که از این تعداد ۳۵ درصد زن و ۶۵ درصد مرد بودند، در حالی که ظرفیت پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی این گروه آزمایشی در دانشگاه‌های کشور ۲۳۵ هزار و ۷۱۳ نفر بوده است و این بیانگر خالی ماندن تقریباً ۳۷ درصد از ظرفیت این رشته‌ها در دانشگاه‌های کشور بود. با وجود افزایش آمار تعداد داوطلبان شرکت‌کننده در کنکور سراسری ۱۴۰۱ به یک میلیون و ۴۸۸ هزار نفر، اما تعداد داوطلبین گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی در مقایسه با سال ۹۶-۹۵ کاهش داشت و به ۱۴۵ هزار و ۶۵۷ نفر تقلیل پیدا کرد که از این تعداد نیز ۶۵ درصد مرد و ۳۵ درصد زن بودند، اما در سایر گروه‌های آزمایشی مانند علوم تجربی و علوم انسانی افزایش تعداد داوطلبان در این سال چشمگیر بوده است (Bal, 2013; 2021). علی‌رغم افزایش تعداد کل داوطلبان شرکت‌کننده در کنکور سراسری سال ۱۴۰۱ در مقایسه با سال ۱۳۹۶، کاهش قابل توجه تعداد داوطلبان

1- Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)

در گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی و تمایل بیشتر داوطلبان به سوی رشته‌های گروه‌های آزمایشی علوم تجربی و علوم انسانی، به‌عنوان زنگ خطر جدی برای آینده نظام علم و فناوری کشور است. در این خصوص نتایج پژوهش‌های پیشین در سطح داخل و خارج از کشور نیز اثباتی بر این ادعا هستند. به عنوان نمونه، پژوهش‌های (Khan, 2015; Minutello, 2016;Jabehdar Maralani, 2020) بیانگر کاهش قابل ملاحظه داوطلبان رشته‌های مهندسی، به دلیل فراهم نبودن زمینه‌های اشتغال دانش‌آموختگان آنها، نرخ بالای ترک تحصیل و تمایل کم داوطلبان به ادامه تحصیل در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی است. این در حالی است که طبق آمار منتشر شده از سوی وزارت کار ایالات متحده آمریکا ۷۵ درصد از شغل‌های رایج در این کشور، بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸، مربوط به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی بوده‌اند (Willis, 2018). در اروپا نیز، با وجود نیاز روزافزون بازار کار به دانش‌آموختگان علوم و فناوری و با وجود فرصت‌های شغلی عالی و چشم‌انداز شغلی آینده، بیشتر دانشگاه‌ها با چالش عمده جذب و ثبت‌نام دانشجویان بااستعداد در این رشته‌ها مواجه هستند (Gille et al., 2022). با توجه به آن چه گفته شد، چه دلایلی باعث بروز بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات شده است؟

پاسخ به این سؤال را می‌توان از چند منظر مورد بررسی قرار داد. منظر اول رویکردهای حاکم بر انتخاب رشته دانشگاهی است که شامل سه رویکرد اقتصادی، جامعه‌شناختی و روان‌شناختی است. رویکرد اقتصادی که بر اساس نظریه سرمایه انسانی است و بر تصمیمات دانشجویان به عنوان سرمایه‌گذاران اصلی آموزش، در راستای افزایش سرمایه انسانی آنان تأکید دارد. رویکرد جامعه‌شناختی بر نظریه دستیابی به موقعیت تأکید دارد و تصمیمات دانشجویان برای ثبت‌نام در برخی رشته‌ها را به عنوان بخشی از فرایند دستیابی به موقعیت در نظر می‌گیرد. رویکرد روان‌شناختی بر عوامل روانی و روان اجتماعی تأثیرگذار بر تصمیمات دانشجویان در انتخاب رشته تأکید دارد (Gille et al., 2022). منظر دوم دلایل و تمایل داوطلبان برای انتخاب و عدم انتخاب رشته‌های دانشگاهی با تکیه بر نظریه شناختی- اجتماعی مسیر شغلی[1] است، در این نظریه عوامل اصلی که بر تصمیمات افراد برای ثبت‌نام و ادامه تحصیل در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی تأثیر می‌گذارند، شامل تجربیات قبل از ورود به دانشگاه، خودکارآمدی، انتظار نتیجه و علاقه است (Ashford-Hanserd et al, 2020)، به طوری که در پژوهش‌های (Soares,2021; Bailey, 2014) نیز به برخی از این عوامل از قبیل کیفیت رشته، امکانات و شهرت دانشگاه، فرصت‌های شغلی آینده و هزینه تحصیلی اشاره شده است. منظر سوم نیز کیفیت پایین دانش‌آموختگان و بیکاری آنها، ارتباط ضعیف دانشگاه با جامعه، کاهش جمعیت و متعاقب آن کاهش تقاضای اجتماعی برای ورود به برخی از رشته‌های دانشگاهی است (;Kamali,2022

1- Social cognitive career theory

.(Lundvall, 2008; Gharon,2015; Moghadaspour et al, 2021

دلایل مذکور در ظهور بحرانی تحت عنوان "کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات" در مقطع کارشناسی و متعاقب آن خالی ماندن ظرفیت در این رشته‌ها دامن زده است. مسلماً عدم توجه به حل این بحران می‌تواند نه تنها لطمات جبران‌ناپذیری به نظام آموزش عالی کشور بزند، بلکه می‌تواند در آینده کشور را با کمبود متخصص در حوزه‌های علوم پایه، علوم کشاورزی و علوم مهندسی در مقایسه با رشته‌های علوم پزشکی و حتی برخی از رشته‌های علوم انسانی مواجه سازد. افزون بر این، تبعات این بحران در نهاد دانشگاه نیز می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی برای اعضای هیئت علمی در برخی از رشته- گرایش‌ها شود و در آینده باعث تعطیلی برخی از گروه‌های آموزشی و حتی شعبات دانشگاهی شود. بر این اساس، پژوهش حاضر دو هدف اساسی زیر را دنبال می‌کرد:

۱. برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران چه راهکارهایی می‌توان ارائه داد؟
۲. میزان توافق صاحب‌نظران و خبرگان نظام آموزش عالی با راهکارهای ارائه‌شده تا چه حد است؟

۲. مبانی نظری و تجربی

۲-۱. اهمیت رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در رشد و توسعه کشورها

نیروی کار در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات به عنوان موتور اصلی اقتصادی در هر کشوری به نوآوری، رشد فناوری و توسعه اقتصادی کمک می‌کند. از این رو هر کشوری به دانشجویان و دانش‌آموختگان با توانایی در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای شغل‌هایی که باعث توسعه قابلیت و ظرفیت نوآوری در آن کشور می‌شوند، نیاز خواهد داشت. با توجه به اهمیت شغل‌های حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای ایجاد قدرت اقتصادی و توانایی هر کشور در سازگاری با تغییرات فناوری، توجه به این رشته‌ها در سطح جهان بسیار ضروری است

(Carnevale et al., 2011). بر این اساس افزایش تعداد دانشجویان دانشگاهی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای رونق اقتصادی هر کشور حیاتی است، چراکه اکثر دانش‌آموختگان رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات به خصوص در کشورهای توسعه‌یافته وارد مشاغل مربوط به حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات می‌شوند که جزو پردرآمدترین مشاغل هستند. به طوری که متوسط درآمد افراد شاغل در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در ایالات متحده آمریکا بین ۸۰ تا ۱۲۰ هزار دلار در سال است. علاوه بر این، در اغلب کشورهای توسعه‌یافته دانش‌آموختگان دارای مدرک در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات که وارد مشاغل این رشته‌ها می‌شوند، نرخ بیکاری پایین‌تری را در مقایسه با دانش‌آموختگان سایر رشته‌ها دارند، به این معنی که دانش‌آموختگان رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات از امنیت شغلی بیشتری برخوردار هستند. افزون بر

این، دانشجویان رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات می‌توانند در رشته‌های مختلف نیز وارد شوند. در نهایت، آموزش در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات مزیت رقابتی و ظرفیت نوآورانه کشورها را افزایش می‌دهد و متعاقب آن رشد اقتصادی را نیز به دنبال دارد (Thomasian, 2011). با وجود نرخ بیکاری پایین دانش‌آموختگان رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و درآمد بالای دانش‌آموختگان این رشته‌ها در مقایسه با سایر رشته‌ها در اغلب کشورهای توسعه‌یافته، در کشور ایران اقبال داوطلبان به سمت این رشته‌ها رو به کاهش بوده است. یکی از دلایل آن توده‌ای شدن آموزش عالی بعد انقلاب اسلامی در ایران است که با افزایش تعداد دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و متعاقب آن افزایش نرخ پذیرش دانشجو تا دهه ۸۰ شمسی همراه بود، اما به دنبال کاهش نرخ رشد جمعیت از اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ شمسی، شاهد کاهش تقاضا برای ورود به آموزش عالی بودیم (Hema-ti,2013; Kamali, 2022)، از این رو رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات نیز از این قاعده مستثنا نبودند. دلیل دیگر، توجه داوطلبان و خانواده‌های آنها به مطلوبیت اقتصادی ناشی از انتخاب یک‌رشته دانشگاهی در آینده است که این مسئله نیز ناشی از وضعیت اشتغال دانش‌آموختگان دانشگاهی است. به طوری که طبق نتایج برخی از پژوهش‌ها، به دلیل فراهم بودن زمینه‌های اشتغال بیشتر داوطلبان گروه آزمایشی علوم تجربی، به خصوص در رشته پزشکی در مقایسه با رشته‌های گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی، داوطلبان کنکور تمایل چندانی برای انتخاب رشته‌های فنی- مهندسی ندارند (Jabehdar Maralani, 2020). در این خصوص آمار منتشرشده از سوی مرکز آمار ایران در سال ۱۴۰۰ نیز بیانگر آن است که دانش‌آموختگان برخی از رشته‌ها مانند زیست‌شناسی و منابع طبیعی در مقاطع کارشناسی و حتی کارشناسی ارشد در مقایسه با دانش‌آموختگان سایر رشته‌ها از کمترین میزان اشتغال‌پذیری در بازار کار برخوردار هستند که ازجمله دلایل بروز آن نیز شکاف بین آموزش دانشگاهی و نیازهای بازار کار در ایران است (Nazarzadeh Zare & Parvin, 2023).

۲-۲. نظریه شناختی- اجتماعی مسیر شغلی در انتخاب رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات

نظریه شناختی- اجتماعی مسیر شغلی شکل توسعه‌یافتهٔ نظریه شناختی- اجتماعی[1] (Bandura ,1986) است و تأکید می‌کند که رفتار افراد و شناخت اجتماعی آنها در توانمندی‌های تحصیلی و شغلی آینده افراد تأثیرگذارند. این نظریه معتقد است که افراد تمایل دارند که با باورها و اهدافشان هماهنگ باشند. از این رو، تعاملات بین رفتار فرد، عوامل شخصی (از قبیل باورها، ترجیحات، انتظارات یا خودپنداره فرد) و شرایط محیطی، دستاوردها و عملکرد آینده وی را مشخص می‌کند (Marzban et al.,2018). افزون بر این، نظریه شناختی- اجتماعی مسیر شغلی، به عوامل مختلفی

1- Bandura's social cognitive theory

مانند خانواده، دوستان، معلمان، همسالان و مشاوران و عوامل محیطی- اجتماعی که می‌توانند بر انتخاب رشته و مسیر شغلی آینده افراد تأثیر بگذارند نیز توجه می‌کند. به عنوان مثال، دسترسی محدود به فرصت‌های شغلی در یک منطقه جغرافیایی ممکن است در انتخاب رشته دانشگاهی و مسیر شغلی آینده افراد تأثیر بگذارد. همچنین تأثیرات بستر محیطی (مانند محل زندگی، سن یا جنسیت) می‌تواند در انتخاب رشته و مسیر شغلی آینده افراد نیز مؤثر باشد (Abdi Zarrin, 2020;Dos Santos, 2018).

بر این اساس در نظام آموزش عالی ایران، تمایل به ادامه تحصیل در هر یک از رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را می‌توان بر اساس نظریه مذکور به درستی تبیین کرد. همان‌طور که برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در سطح کشور (Taj Rooshan & Zourofi, 2015; Marzban et al., 2018; Abdul Hosseini et al., 2016) نیز به‌درستی به این مسئله اشاره داشته‌اند.

۲-۳. مروری بر پژوهش‌های پیشین

در این بخش به مرور پژوهش‌های پیشین پیرامون مسئله پژوهش پرداخته‌ایم.

(Jabehdar Maralani, 2020) در پژوهشی به بررسی کاهش قابل ملاحظه داوطلبان رشته‌های مهندسی در ایران پرداخت و به این نتیجه رسید که داوطلبان کنکور به دلیل فراهم بودن زمینه‌های اشتغال دانش‌آموختگان رشته‌های گروه آزمایشی علوم تجربی به خصوص پزشکی، تمایل چندانی برای انتخاب رشته‌های فنی- مهندسی ندارند.(Ashford-Hanserd et al., 2020) در پژوهشی به بررسی عوامل اثرگذار در تمایل به رشته‌های علوم زیستی در اسپانیا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که انگیزه‌های شخصی، تجربیات یادگیری و فرصت‌های شغلی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تمایل دانشجویان به رشته‌های علوم زیستی بود. (Rafanan, 2020) نیز در پژوهشی دلایل تمایل داوطلبان به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در فیلیپین را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که مسیرهای شغلی، انگیزه‌های شخصی بیشترین تأثیر را در انتخاب رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات داشته‌اند. همچنین (Willis, 2018) در پژوهشی به بررسی این که چرا دانشجویان تمایلی به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات ندارند به این نتیجه رسید که برنامه‌های دوره، میزان اثربخشی و کیفیت استاد، فرصت‌های رشد شغلی و میزان پرداختی ازجمله عوامل اثرگذار بر تمایل کم دانشجویان به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و ترک تحصیل دانشجویان در این رشته‌ها است. درنهایت (Wang & Degol, 2017) در پژوهشی به بررسی شکاف جنسیتی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ترجیحات شغلی، سبک زندگی، باورها و توانایی‌های مرتبط با رشته، تبعیض‌های جنسیتی، شناخت نسبی از رشته‌ها، از جمله عوامل تأثیرگذار در ایجاد شکاف جنسیتی در این رشته‌ها هستند.

مرور پژوهش‌های انجام‌شده نشان داد که اولاً پژوهش‌های پیشین اغلب به دلایل مؤثر بر تمایل کم

داوطلبان به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات اشاره داشته‌اند و در این خصوص تنها یک پژوهش قابل ذکر در سطح کشور انجام شده بود. دوماً در هیچ پژوهشی به راهکارهای لازم برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات اشاره‌ای نشده است. از این رو، با توجه به شکاف بین پژوهش‌های موجود، ما در این پژوهش به بررسی راهکارهای لازم برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران پرداختیم.

۳. روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ چگونگی اجرا، آمیخته متوالی اکتشافی (کیفی- کمی) بود که در دو گام کیفی و کمی اجرا شد. در گام کیفی، با توجه به اینکه پژوهشگر به دنبال به دست آوردن راهکارهایی برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران بود، لذا از رویکرد کیفی از نوع مطالعه موردی استفاده کرد. هدف اساسی روش مطالعه موردی، واکاوی عمیق یک مورد، مانند یک رویداد، یک سیاست، یک اقدام، یک ساختار، یک نهاد، یک گروه، یک واحد، یک فرد یا یک کلاس است (Mertens & Wilson, 2018). مشارکت‌کنندگان در گام کیفی شامل صاحب‌نظران و خبرگان حوزه‌های دانشگاهی و پژوهشگاهی کشور بودند که در اشکال مختلف مطالعاتی و تجربی با چنین بحرانی درگیر بودند. از این رو با در نظر گرفتن اشباع نظری در یافته‌ها، تعداد ۱۵ نفر از آنها با روش نمونه‌گیری هدفمند از نوع معیاری انتخاب شدند. معیار ورود این افراد، شامل برخورداری از سوابق پژوهشی در حوزه مسائل کلان آموزش عالی، سوابق کاری در مدیریت دانشگاهی و پژوهشگاهی و سوابق تحصیلی در یکی از رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات بود. مشخصات مشارکت‌کنندگان در گام کیفی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات افراد مشارکت‌کننده در فرایند پژوهش

شماره مشارکت‌کننده	وابستگی سازمانی	شماره مشارکت‌کننده	وابستگی سازمانی
۱	مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور	۹	مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی
۲	دانشگاه فرهنگیان	۱۰	دانشگاه شهید چمران اهواز
۳	پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی	۱۱	مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی
۴	دانشگاه سمنان	۱۲	دانشگاه علامه طباطبایی
۵	دانشگاه الزهرا	۱۳	مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی
۶	دانشگاه فردوسی مشهد	۱۴	دانشگاه ملایر
۷	دانشگاه امام صادق (ع)	۱۵	دانشگاه تهران
۸	مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی	-	-

در گام کیفی برای احصای نقطه‌نظرات هر یک از صاحب‌نظران و خبرگان، پژوهشگر با تکیه بر ابزار مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، اقدام به طراحی سؤال‌های محوری از قبیل (چه راهکارهایی برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران پیشنهاد می‌دهید؟) کرد. برای تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از فرایند مصاحبه در گام کیفی نیز از روش تحلیل محتوای استقرایی استفاده شد. بدین صورت که پژوهشگر در آغاز اقدام به مرور چندباره متن مصاحبه‌های پیاده‌شده جهت آشنایی بیشتر با آنها کرد، سپس اقدام به استخراج کدهای مرتبط با موضوع پژوهش بدون هیچ‌گونه پیش‌داوری کرد. در مرحله بعد نیز کدهای به‌دست‌آمده بعد از مقایسه با یکدیگر و بر اساس میزان قرابت موضوعی در دسته‌ها و طبقات بزرگ‌تری، تحت عنوان مقوله قرار داده شدند. برای بررسی اعتبار[1] داده‌های به‌دست‌آمده در گام کیفی از روش بازبینی توسط مشارکت‌کنندگان در پژوهش[2] استفاده شد. همچنین برای تضمین قابلیت انتقال‌پذیری[3] داده‌ها، پژوهشگر تلاش کرد یافته‌های به‌دست‌آمده را همراه با نقل‌قول‌هایی از مشارکت‌کنندگان در پژوهش ارائه دهد.

در گام کمی، پژوهشگر برای بررسی میزان اعتبار راهکارهای احصاءشده در گام کیفی، از تکنیک دلفی کلاسیک بهره برد. تکنیک دلفی به عنوان یک تکنیک مهم در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها برای دستیابی به اجماع نظر پیرامون مسائل کیفی است (Kolivandzadeh & Nazarzadeh Zare, 2023). از این رو، در این گام، پژوهشگر اقدام به طراحی پرسش‌نامه‌ای در طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای مبتنی بر راهکارهای استخراج‌شده در گام کیفی کرد. نمونه آماری در گام کمی، شامل ۱۳ نفر از صاحب‌نظران و خبرگان بودند که در اشکال مختلف مطالعاتی و تجربی با چنین بحرانی درگیر بودند. بنابراین، پژوهشگر با تکیه بر روش نمونه‌گیری معیاری، اقدام به انتخاب آنها کرد. برای بررسی روایی پرسش‌نامه طراحی‌شده در گام کمی، از روایی صوری استفاده شد، به طوری که سؤال‌های پرسش‌نامه در اختیار دو نفر متخصصِ حوزه آموزش عالی قرار گرفت و آنها نیز به تأیید سؤال‌ها اقدام کردند. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در گام کمی از ضریب هماهنگی کندال[4] و شاخص‌های میانه، انحراف معیار، دامنه چارکی در نرم‌افزار اس پی اس اس[5] نسخه ۲۲ استفاده شد.

۴. یافته‌ها

۴-۱. یافته‌های گام کیفی

یافته‌های حاصل از گام کیفی پژوهش برای پاسخ به سؤال اول پژوهش (برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران چه راهکارهایی

1- Credibility
2- Member checking
3- Transferability
4- Kendall's coefficient of concordance
5- SPSS

می‌توان ارائه داد؟) نشان داد که از مجموع تعداد کدهای استخراج‌شده از فرایند مصاحبه، تعداد یازده راهکار احصاء شد. در جدول ۲، نمونه‌ای از چگونگی استخراج کدهای باز از یک مصاحبه آورده شده است. همچنین در جدول ۳ مقوله‌ها و نمونه‌هایی از کدهای استخراجی نیز نشان داده شده است. در ادامه توصیف هریک از مقوله‌ها ارائه شده است.

جدول ۲. بخشی از متن مصاحبه یکی از شرکت‌کنندگان در فرایند پژوهش

کد مصاحبه‌شونده	بخشی از متن مصاحبه	نمونه‌ای از کدهای باز استخراج‌شده
۸	یکی از راه‌حل‌ها برای غلبه بر این مشکل این است که گروه‌ها و دانشگاه کیفیت خود را ارتقاء دهد. از سوی دیگر باید اساتید، به خصوص در این رشته‌ها، مقوله پژوهش را جدی بگیرند و پژوهش‌های کاربردی انجام دهند و ارتباط با جامعه و صنعت را گسترش دهند، چرا که استاد می‌تواند کمبود موظفی خود را از طریق ارتباط با جامعه و صنعت و پژوهش‌های کاربردی و دادن مشاوره به دستگاه‌های اجرایی و صنایع جبران کند. یکی دیگر از راه‌ها تلفیق علوم پایه با مهندسی می‌تواند باشد و رفتن به سمت میان‌رشته‌ای شدن و رشته‌های نوظهور، یعنی رشته‌هایی که در ایران وجود ندارند. افزون بر این برگزاری آموزش‌های مهارتی، پودمانی و آزاد نیز می‌تواند یکی دیگر از راهکارها باشد. در صورت حل نشدن مشکل با استفاده از راهکارهای گفته‌شده، دانشگاه‌ها می‌توانند تجمیع شوند، یعنی چند دانشگاه کوچک با یک دانشگاه قوی و بزرگ ادغام شود. همچنین می‌توان در رشته‌های کم‌تقاضا، از کشورهای هم‌جوار در قالب آموزش مجازی دانشجو خارجی گرفت.	۱. ارتقای کیفیت گروه‌ها و دانشگاه ۲. انجام پژوهش‌های کاربردی ۳. ارتباط با جامعه و صنعت ۴. ارائه خدمات مشاوره‌ای ۵. حرکت به سمت میان‌رشته‌ای‌ها و رشته‌های نوظهور ۶. برگزاری آموزش‌های مهارتی و آزاد ۷. تجمیع دانشگاه‌های کوچک در دانشگاه‌های بزرگ ۸. جذب دانشجوی خارجی در قالب آموزش مجازی

جدول ۳. کدها و مقوله‌های مرتبط با راهکارهای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات

پدیده اصلی	مقوله‌ها	نمونه‌هایی از کدهای استخراج‌شده
راهکارهای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران	ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک محلی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات با دانشگاه‌های بزرگ استانی	تجمیع دانشگاه‌های کوچک محلی و استانی در دانشگاه‌های جامع استانی، ادغام دانشگاه‌های کوچک در دانشگاه‌های بزرگ و جامع
	توجه جدی به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت‌علمی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	سخت‌گیری وزارت علوم در صدور مجوز ایجاد رشته، توجه به سند آمایش آموزش عالی در جذب استاد و دانشجو
	ایجاد و توسعه علوم میان‌رشته‌ای در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	توجه به ایجاد میان‌رشته‌ای، ایجاد رشته‌های جدید و میان‌رشته‌ای‌ها، ایجاد رشته‌های جدید متناسب با نیازهای بازار کار

ادامه جدول ۳

راهکارهای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران	تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	تعامل بیشتر دانشگاه با صنعت و جامعه محلی و استانی، ارائه خدمات مشاوره‌ای به جامعه و صنعت
	توجه بیشتر به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	پژوهش‌محور کردن رشته‌های کم‌تقاضا، توجه بیشتر به پژوهش‌های نیازمحور و مسئله‌محور در مقایسه با بعد آموزشی در رشته‌های کم‌تقاضا
	حرکت به سمت کارآفرینی دانشگاهی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	تشویق دانشگاه برای حرکت به سمت کارآفرینی، کمک به تأسیس شرکت‌های دانشگاهی برای رشته‌های کم‌تقاضا اما کاربردی
	پذیرش دانشجوی خارجی از کشورهای منطقه در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	جذب دانشجوی خارجی در رشته‌های کم‌تقاضا از کشورهای منطقه، تشکیل کنسرسیوم‌های بین‌دانشگاهی برای جذب دانشجوی بین‌المللی
	توجه به ارتقای کیفیت رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	تغییر رویکرد از کمی گرایی به کیفی گرایی، ارتقای امکانات و تسهیلات در رشته‌های کم‌تقاضا در مقایسه با سایر دانشگاه‌ها
	تحول در برنامه‌های درسی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات متناسب با نیازهای بازار کار	تغییروتحول در برنامه‌های درسی رشته‌های کم‌تقاضا و کاربردی‌کردن‌ها، بازنگری در سرفصل‌ها و برنامه‌های درسی رشته‌های کم‌تقاضا متناسب با اولویت‌ها و نیازهای بازار کار محلی و استانی
	ادغام گروه‌های آموزشی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	ادغام گروه‌های آموزشی که قرابت رشته‌ای دارند
	برگزاری دوره‌های آموزش آزاد و مجازی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات	برگزاری دوره‌های مجازی در رشته‌های کم‌تقاضا با شهریه کمتر در مقایسه با دانشگاه‌های دیگر، برگزاری دوره‌های آموزشی برای سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با رشته

۴-۲. یافته‌های گام کمی

یافته‌های گام کمی پژوهش در راستای پاسخ به سؤال دوم پژوهش (میزان توافق صاحب‌نظران و خبرگان نظام آموزش عالی با راهکارهای ارائه‌شده تا چه حد است؟) و با تکیه بر تکنیک دلفی کمی و بعد از دو بار اجرای آن بین خبرگان، بیانگر میزان بالایی از توافق بین خبرگان پیرامون راهکارهای ارائه‌شده برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را نشان داد. بدین صورت که در دور اول اجرای پرسش‌نامه برخی از راهکارهای به‌دست‌آمده در گام کیفی، از قبیل راهکار ادغام گروه‌های آموزشی و راهکار حرکت به سمت کارآفرینی دانشگاهی بر اساس

اتفاق‌نظر خبرگان حذف شدند. در دور دوم از اجرای پرسش‌نامه، پس از حذف برخی از راهکارهای دور اول، اجماع نظر خبرگان پیرامون راهکارهای باقی‌مانده به دست آمد. پژوهشگر پس از جمع‌آوری نقطه‌نظرات خبرگان در هر مرحله از اجرای تکنیک دلفی با استفاده از روش‌های آماری مانند ضریب هماهنگی کندال، انحراف چارکی، انحراف معیار و میانه اقدام به تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نظرات آنها کرد. لازم به ذکر است که در تجزیه و تحلیل تکنیک دلفی کمی، از روش ضریب هماهنگی کندال به‌عنوان مقیاسی برای تعیین میزان توافق و هماهنگی بین نظرات خبرگان استفاده می‌شود که مقدار آن بین صفر و یک است. در تکنیک دلفی کمی مقدار ضریب هماهنگی کندال باید بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۵ باشد. افزون بر بررسی ضریب هماهنگی کندال، عوامل مطرح‌شده در پرسش‌نامه دلفی نیز با استفاده از شاخص‌هایی مانند میانگین، میانه، انحراف معیار و انحراف چارکی باید مورد بررسی قرار گیرند. در تکنیک دلفی کمی مقدار میانه باید بزرگ‌تر یا مساوی چهار، مقدار انحراف معیار باید کوچک‌تر از یک و دامنه چارکی باید کوچک‌تر یا مساوی یک باشد. نتایج مربوط به ضریب هماهنگی کندال و همچنین مقادیر میانگین، میانه، انحراف معیار و انحراف چارکی هر یک از راهکارهای ارائه‌شده برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در دو مرحله اول و دوم دلفی در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون ضریب هماهنگی کندال

مرحله اول دلفی		
تعداد	مقدار کندال	معناداری
۱۳	۰/۳۲۰	۰/۰۰۰
مرحله دوم دلفی		
تعداد	مقدار کندال	معناداری
۱۳	۰/۶۲۳	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول ۴مشاهده می‌شود، مقدار آزمون ضریب هماهنگی کندال در مرحلهٔ دوم نسبت به مرحلهٔ اول افزایش یافته و برابر با ۰/۶۲۳ است که بیانگر اجماع نظر خبرگان پیرامون راهکارهای ارائه‌شده برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات است.

جدول ۵. نتایج مرحلهٔ اول و دوم دلفی

مرحله اول دلفی										
	ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک محلی با دانشگاه‌های بزرگ استانی	توجه به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی	ایجاد د و توسعه علوم میان‌رشته‌ای	تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی	توجه بیشتر به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی	حرکت به سمت کارآفرینی دانشگاهی	پذیرش دانشجوی خارجی از کشورهای منطقه	توجه به ارتقای کیفیت	تحول در برنامه‌های درسی متناسب با نیازهای بازار کار	ادغام گروه‌های آموزشی	برگزاری دوره‌های آموزش آزاد و مجازی
تعداد	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
میانگین	۴/۲۳	۴/۴۶	۴/۳۸	۴/۵۳	۴/۰۷	۳/۲۳	۳/۹۲	۴/۴۶	۴/۶۹	۳/۱۵	۴/۱۵
میانه	۴	۵	۴	۵	۴	۳	۴	۵	۵	۳	۴
انحراف معیار	۰/۹۲۶	۰/۷۷۶	۰/۶۵۰	۰/۵۱۸	۰/۸۶۲	۱/۰۰	۰/۶۴۰	۸۷۷۰	۰/۴۸۰	۱/۱۴	۰/۶۸۸
انحراف چارکی	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۵	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۱

مرحله دوم دلفی									
	ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک محلی با دانشگاه‌های بزرگ استانی	توجه به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی	ایجاد د و توسعه علوم میان‌رشته‌ای	تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی	توجه بیشتر به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی	پذیرش دانشجوی خارجی از کشورهای منطقه	توجه به ارتقای کیفیت	تحول در برنامه‌های درسی متناسب با نیازهای بازار کار	برگزاری دوره‌های آموزش آزاد و مجازی
تعداد	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
میانگین	۴/۳۸	۴/۶۱	۴/۴۶	۴/۵۳	۴/۲۳	۴/۱۵	۴/۵۳	۴/۶۹	۴/۳۰
میانه	۴	۵	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۴
انحراف معیار	/۶۵۰	۰/۶۵۰	۰/۵۱۸	۰/۵۱۸	۰/۵۹۹	۰/۳۷۵	۰/۶۶۰	۰/۴۸۰	۰/۴۸۰
انحراف چارکی	۱	۱	۱	۰/۷۵	۱	۰	۱	۱	۱

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، نتایج مرحله اول دلفی موجب حذف دو راهکار ادغام گروه‌های آموزشی و راهکار حرکت به سمت کارآفرینی دانشگاهی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات شد، چراکه مقادیر میانگین و میانه آنها، پایین‌تر از چهار بود، همچنین انحراف چارکی آنها نیز بیشتر از یک بود، لذا مرحلهٔ دوم دلفی با بررسی نُه راهکار اجرا شد. در مرحلهٔ دوم مقادیر میانگین برای تمامی مؤلفه‌ها، بالاتر از چهار بود که بیانگر اتفاق‌نظر مناسب بین خبرگان بود. همچنین مقادیر میانه، انحراف معیار و انحراف چارکی برای هریک از عوامل به ترتیب، بزرگ‌تر مساوی چهار، کوچک‌تر از یک و کوچک‌تر مساوی یک بود، بنابراین اتفاق نظر بالایی بر روی هر یک از راهکارهای ارائه‌شده برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در بین خبرگان وجود دارد.

شکل ۱. راهکارهای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات پس از دو مرحلهٔ دلفی

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، راهکارهای مؤثر برای برون‌رفت از بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات پس از اجرای دو مرحلهٔ دلفی در نُه راهکار شامل: ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک محلی با دانشگاه‌های بزرگ استانی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، توجه جدی به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، ایجاد و توسعه علوم میان‌رشته‌ای در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، توجه بیشتر به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، پذیرش دانشجوی خارجی از کشورهای

منطقه در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، توجه به ارتقای کیفیت رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، تحول در برنامه‌های درسی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات متناسب با نیازهای بازار کار و برگزاری دوره‌های آموزش آزاد و مجازی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات شکل گرفتند.

۵. بحث

کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، به عنوان به یک مسئله جدی در نظام آموزش عالی ایران مطرح است. از این رو پژوهش حاضر، با تکیه بر رویکرد آمیخته اکتشافی به دنبال شناسایی راهکارهایی برای برون‌رفت از این مسئله در نظام دانشگاهی ایران بود. بر این اساس، در گام اول پژوهش (گام کیفی) راهکارهای غلبه بر این مسئله از طریق مصاحبه با صاحب‌نظران و خبرگان دانشگاهی و پژوهشگاهی کشور شناسایی شد و در گام دوم (گام کمی)، با تکیه بر تکنیک دلفی کمی و از طریق پرسش‌نامه، میزان اتفاق نظر صاحب‌نظران و خبرگان پیرامون راهکارهای احصاءشده در گام اول مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت نُه راهکار برای غلبه بر مسئله کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران به دست آمد که در ادامه به بحث و تبیین هر یک از آنها پرداخته شده است.

از دیدگاه خبرگان، ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک محلی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات با دانشگاه‌های بزرگ استانی، به عنوان یکی از راهکارهای مهم برای فائق آمدن بر بحران کاهش تقاضا در این رشته‌ها مطرح شد. توده‌ای شدن آموزش عالی و متعاقب آن، افزایش تقاضای اجتماعی و به دنبال آن گسترش بی‌رویه دانشگاه‌ها در دهه‌های گذشته، با کاهش نرخ رشد جمعیت و کاهش استقبال افراد و خانواده از ورود به برخی از رشته‌های دانشگاهی در دهه اخیر همراه بوده است و این باعث کاهش تقاضا در بسیاری از رشته‌های دانشگاهی بالأخص رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات شده است. از این رو ادغام دانشگاه‌های کم‌تقاضا و کوچک با دانشگاه‌های بزرگ استانی که به دلیل قدمت بیشتر هنوز هم مورد اقبال بیشتری از طرف داوطلبان قرار می‌گیرند، می‌تواند به عنوان یکی از راهکارها باعث تعاون و همکاری بین دانشگاه‌ها، بهبود کیفیت آموزش و پژوهش و غلبه بر مسئله کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات شود. از منظر اقتصادی نیز ادغام دانشگاه‌های کوچک و کم‌تقاضا، ضمن کمک به بهینه‌سازی منابع مالی و انسانی، می‌تواند به بهبود فرصت‌های آموزشی و پژوهشی برای دانشجویان نیز منجر شود. از منظر خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش، مقصود از ادغام و تجمیع دانشگاه‌های کوچک با دانشگاه‌های بزرگ، حذف فیزیکی آنها نبوده است، بلکه منظور این است که دانشگاه‌های کوچک و محلی از نظر مدیریتی و ساختاری، به عنوان زیرمجموعه‌ای از دانشگاه‌های بزرگ استانی قرار گیرند.

یکی دیگر از راهکارهای کلان که توسط خبرگان مطرح شده بود، توجه جدی به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات است. سند آمایش آموزش عالی، یکی از اسناد مهم در نظام آموزش عالی ایران است که در آن مباحث مختلفی، از جمله ایجاد دانشگاه، رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی مورد بررسی و تدوین قرار گرفته است. در سند آمایش آموزش عالی کشور، تعیین رشته‌های دانشگاهی با توجه به نیازهای جامعه و بازار کار اهمیت دارد، چراکه 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 یک کشور کمک کند، حال آن که در کشور ما عدم توجه به این مسئله در ایجاد رشته‌ها و ظرفیت پذیرش دانشجو، منتج به ظهور پدیده بیش‌آموزی یا مدرک‌گرایی در بین دانش‌آموختگان دانشگاهی شده است. از این رو، برای ایجاد و توسعه رشته‌های دانشگاهی باید به ارزیابی نیازهای جامعه و بازار کار در کشور توجه شود. به همین دلیل توجه جدی به سند آمایش آموزش عالی، به عنوان یکی از راهکارهای غلبه بر بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، می‌تواند تعادل بین عرضه و تقاضا در بازار کار را به همراه داشته باشد. 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 (Islamic Council Research Center, 2022).

یکی دیگر از راهکارهای مهم مطرح‌شده از سوی خبرگان برای غلبه بر مسئله کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی کشور ایجاد و توسعه علوم میان‌رشته‌ای در این رشته‌ها است. ایجاد و توسعه علوم میان‌رشته‌ای از طریق ترکیب دانش‌های مختلف، می‌تواند دانشجویان را به سمت توانمندی‌ها و چشم‌اندازهای جدید سوق دهد و باعث افزایش ضریب اشتغال‌پذیری آن‌ها در آینده شود. از منظر نظریه شناختی- اجتماعی مسیر شغلی، توسعه علوم میان‌رشته‌ای در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات می‌تواند بر فرایند شناخت و تصمیم‌گیری بهتر داوطلبان ورود به دانشگاه در این رشته‌ها کمک کند، چراکه یکی از عواملی که در تصمیم‌گیری افراد برای انتخاب یک‌رشته دانشگاهی تأثیرگذار است، موقعیت‌ها و فرصت‌های شغلی است که در آینده ممکن است نصیب فرد شود. از این رو با توجه به متغیر بودن جهان پیرامونی، به نظر می‌رسد که فرصت‌های شغلی بیشتری برای دانش‌آموختگان علوم میان‌رشته‌ای در مقایسه با علوم رشته‌ای در آینده فراهم باشد. در ایران نیز، توجه به پژوهش‌های میان‌رشته‌ای به عنوان یکی از سیاست‌ها و راهبردهای کلان نظام جمهوری اسلامی ایران برای توسعه علمی کشور در برخی از اسناد بالادستی ایران نیز مطرح بوده است

(Nazarzadeh Zare et al.,2021). از این رو ایجاد و توسعه علوم میان‌رشته‌ای می‌تواند به رفع نیازهای جامعه و صنایع جدید در کشور کمک کند. به عنوان مثال، به دلیل تحولات جدید در صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات، رشته‌هایی مانند علوم داده، هوش مصنوعی و امنیت سایبری ایجاد شده‌اند که به رفع نیازهای این صنایع جدید کمک می‌کنند. به همین دلیل، ایجاد میان‌رشته‌ای‌ها در حوزه‌هایی که نیازهای جامعه و صنایع را پوشش می‌دهند، می‌تواند به افزایش استقبال از رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات کمک کند.

تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی، یکی دیگر از راهکارهای مهم برای غلبه بر کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران است. این در حالی است که در کشورهای کمتر توسعه‌یافته‌ای مانند ایران، از جمله مشکلات نظام دانشگاهی، بی‌ارتباطی دانشگاه با جامعه و فاصله بسیار زیاد آموزش دانشگاهی از جامعه و بازار کار است. به عبارت دیگر، دانشگاه‌ها در کشورهای کمتر توسعه‌یافته از صنعت و جامعه جدا هستند و این امر منجر به توسعه محدود آنها در حوزه اقتصادی شده است (Lundvall, 2008). از منظر نظریه شناختی- اجتماعی مسیر شغلی، همکاری و تعامل بین دانشگاه با جامعه و صنایع محلی و استانی می‌تواند فرصت‌ها و موقعیت‌های شغلی بیشتری را برای دانش‌آموختگان رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات فراهم آورد. از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش نیز، عملیاتی کردن این راهکار نیازمند اقدمانی از قبیل، ۱. برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای جامعه و صنایع محلی و استانی در راستای به اشتراک گذاشتن دانش و تخصص دانشگاهیان با جامعه و صنعت و ایجاد و تقویت فرصت‌هایی برای ارتباط بیشتر دانشگاه و جامعه و صنعت ۲. ایجاد مراکز مشاوره تخصصی و علمی به منظور پاسخ‌گویی به نیازها و مشکلات جامعه و صنایع محلی و استانی در راستای تعامل بیشتر دانشگاه با این صنایع و جامعه محلی ۳. ایجاد و توسعه دوره‌های کارآموزی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در جامعه و صنایع محلی و استانی در راستای ایجاد فرصت تجربه کاری و عملی در صنایع محلی و استانی برای دانشجویان رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و ۴. برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهایی با محوریت مسائل و نیازهای واقعی جامعه و صنایع محلی و استانی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات توسط دانشگاه‌ها و در راستای تقویت و ارتباط مستمر و دائمی با جامعه و صنایع محلی و استانی است.

توجه بیشتر به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، یکی دیگر از راهکارهای مهم مطرح‌شده از سوی خبرگان برای غلبه بر کاهش تقاضا در این رشته‌ها است. از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش، تحقیقاتی که به حل مسائل و بحران‌ها در سطح محلی، استانی یا منطقه‌ای کمک می‌کنند (مانند تاب‌آوری در بحران آب در استان‌های کم‌آب کشور) یا منجر به اختراع یا تولید یک محصول می‌شوند و یا نیازمند همکاری و مشارکت

بیشتر پژوهشگران از رشته‌های مختلف هستند، به عنوان پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی شناخته می‌شوند. بر این اساس انجام پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، می‌تواند برای دانشجویان این رشته‌ها برانگیزاننده و الهام‌بخش باشد. ایده‌پردازی درباره مسائل و چالش‌های واقعی، ایجاد ارتباط با دنیای واقعی و داشتن یک هدف عملی و کاربردی می‌تواند جذابیت و انگیزه آموزش و یادگیری را در آنها افزایش دهد. از سوی دیگر انجام پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، به دانشجویان این رشته‌ها فرصت می‌دهد تا تحت نظارت استادان و متخصصان مسائل واقعی را تجربه کنند. این تجربه می‌تواند بهبود مهارت‌های عملی و تحلیلی آنها را در زمینه‌های مختلف بهبود بخشیده و انتقال عملی دانش برای آن‌ها تسریع کند. افزون بر این انجام پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی، معمولاً به تعاملات بیشتر با شرکای صنعتی، سازمان‌ها و جوامع محلی منجر می‌شود. این ارتباطات می‌توانند فرصت‌های شغلی و همکاری‌های بیشتری را برای دانش‌آموختگان این رشته‌ها فراهم کند.

پذیرش دانشجویان خارجی از کشورهای منطقه در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات نیز یکی دیگر از راهکارهای مهم برای غلبه بر بحران کاهش تقاضا در این رشته‌ها است. از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش، عملیاتی‌کردن این راهکار نیازمند اقدمانی از قبیل،۱. معرفی و تبلیغ رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات از طریق ارائه اطلاعات دقیق و جذاب درباره امکانات و فرصت‌های آموزشی و پژوهشی این رشته‌ها، به زبان انگلیسی در وبگاه دانشگاه‌ها و شبکه‌های اجتماعی ۲. ارائه دوره‌های آموزش زبان انگلیسی برای دانشجویان خارجی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات ۳. ارائه بورس تحصیلی به دانشجویان خارجی مستعد در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات ۴. ایجاد برنامه‌های تبادل و تحرک دانشجویی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات بین دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی داخلی با دانشگاه‌های خارجی در سطح منطقه ۵. ایجاد و توسعه آموزش‌های برخط در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای دانشجویان خارجی از کشورهای منطقه، به ویژه در شرایطی که تحریم‌ها یا موانع دیگر ممکن است سفر فیزیکی آنها را محدود کند و ۶. فراهم کردن تسهیلات و امکانات رفاهی بیشتر و کاهش شهریه برای ترغیب بیشتر دانشجویان خارجی به تحصیل در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات است.

ارتقای کیفیت، یکی دیگر از راهکارهای مهم برای غلبه بر کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران است. این ارتقاء می‌توانند در زمینه‌های مختلفی از قبیل ارتقای کیفیت اساتید، بهبود تجهیزات و امکانات دانشگاه‌ها از قبیل آزمایشگاه‌ها، کتابخانه‌ها، خوابگاه‌ها و امکانات ورزشی دانشگاه‌ها، تشویق به پژوهش، ارتقای سطح آموزشی و ارتقای برنامه‌های درسی اتفاق بیفتد و در نهایت به افزایش استقبال از رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی کشور کمک کند. در این خصوص (Baily,2014; Soares ,2021) در پژوهش‌های

خود اذعان داشتند که عواملی مانند کیفیت دانشگاه، امکانات و تسهیلات دانشگاهی، به عنوان عوامل اثرگذار در انتخاب رشته و دانشگاه داوطلبان نقش مؤثری دارند. بنابراین، اگر دانشگاه محل تحصیل خدمات باکیفیت بالا ارائه دهد، بیشترین ترجیح را از طرف دانشجویان بر ورود به رشته‌های آن دانشگاه دریافت خواهد کرد.

راهکار تحول در برنامه‌های درسی متناسب با نیازهای بازار کار، یکی دیگر از راهکارهای مهم برای غلبه بر کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران است. در این زمینه

(Mishra et al., 2021; Al Hadabi, 2017) اذعان داشتند کیفیت برنامه‌های درسی ارائه‌شده توسط دانشگاه‌ها تأثیر زیادی بر انتخاب رشته و دانشگاه توسط دانشجویان دارند. افزون بر این (Nazarzadeh Zare & Parvin ,2023) در پژوهشی، یکی از دلایل شکاف آموزش دانشگاهی با نیازهای بازار کار در ایران را، عدم تحول در برنامه‌های درسی دانشگاهی برشمردند. از سوی دیگر، موفقیت دانش‌آموختگان دانشگاهی در بازار کار، به ترکیب دانش حرفه‌ای و مهارت‌های عمومی آنها، به‌ویژه توانایی ارتباط و همکاری با دیگران، بستگی دارد. این مهارت‌های عمومی در زمان تغییرات روزافزون محیط پیرامونی، اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند، لذا آموزش دانشگاهی باید به‌گونه‌ای باشد که نه تنها دانشجویان را برای ارتباط و همکاری با دیگران در محیط کار آینده آماده کند، بلکه باید مسئولیت شکل‌دهی به مهارت‌های عمومی در آنها را نیز بر عهده بگیرد تا باعث کاهش مشکلات دانش‌آموختگان در ورود به بازار کار آینده شود. بر این اساس آموزش دانشگاهی مبتنی بر حل مسئله و ترکیب نظریه و عمل، می‌تواند پاسخی آشکار به مشکلات ناشی از اشکال سنتی یادگیری در بسترهای دانشگاهی باشد (Lundvall, 2008). در این خصوص در ماده ۲۳۰ لایحه قانون پنج‌ساله هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران نیز در راستای تحقق مرجعیت علمی و سرآمدی در عرصه علم و فناوری و کمک به حل مسائل جامعه، وزارت علوم موظف است که در رشته‌های غیربالینی در هر یک از مقاطع تحصیلی در کنار دروس نظری، دروس عملی و مهارتی را نیز پیش‌بینی و ارائه نماید (Islamic Parliament Research Center, 2022). از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش، عملیاتی‌کردن این راهکار نیازمند اقداماتی از قبیل، به‌روزرسانی محتوای برنامه‌های درسی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، بر اساس نیازهای بازار کار و پیشرفت‌های فناورانه، تعامل و همکاری نزدیک با صنعت و بازار کار در جهت شناسایی نیازهای بازار کار و نیازمندی‌های شغلی، توسعه دروس مبتنی بر کارآموزی و تجربه عملی در برنامه‌های درسی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای کاربردی‌کردن رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها در تربیت دانش‌آموختگان این رشته‌ها، توسعه مهارت‌های عملی و کاربردی در برنامه‌های درسی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای افزایش تطابق با نیازهای بازار کار و ایجاد درس کارآفرینی در برنامه درسی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی

و ریاضیات در راستای تشویق دانشجویان به کارآفرینی و نوآوری و ایجاد فضایی برای توسعه ایده‌های خلاقانه و کارآمد در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات است.

راهکار برگزاری دوره‌های آموزش آزاد و مجازی، یکی دیگر از راهکارهای مهم برای غلبه بر کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران است. آموزش برخط به دلیل قابلیت ارائه آموزش بدون محدودیت مکانی و زمانی، دسترسی به آموزش عالی را افزایش می‌دهد (Bailey, 2014). از این رو، از دیدگاه خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش عملیاتی کردن این راهکار نیازمند اقدمانی از قبیل، ایجاد و ارتقای سامانه‌های آموزش مجازی در دانشگاه‌ها که به صورت رایگان یا با هزینه کم، دسترسی به دوره‌های آموزشی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را فراهم کند، تبلیغات و اطلاع‌رسانی مناسب درباره برگزاری دوره‌های آموزشی مجازی و آزاد در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای متقاضیان و کارکنان سازمان‌ها و نهادهای دولتی و غیردولتی با استفاده از وبگاه‌ها و شبکه‌های اجتماعی، برگزاری دوره‌های آموزش آزاد از طریق همکاری دانشگاه‌ها با سازمان‌ها و نهادهای دیگر، به عنوان مثال برگزاری دوره‌های آموزش ترویج کشاورزی با همکاری گروه کشاورزی یک دانشگاه و اداره جهاد کشاورزی یک شهرستان یا استان و توسعه محتواهای آموزشی تعاملی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در راستای ایجاد جذابیت و قابل فهم کردن محتوای این رشته‌ها و جذب علاقه‌مندان به این رشته‌ها است.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتیجه‌گیری کلی این پژوهش حاکی از آن است که یکی از اجزای ضروری کمک به رشد اقتصادی و همچنین توسعه فناوری و نوآوری در کشور، توجه به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و تربیت متخصصان لازم در این رشته‌ها است. بنابراین حل مشکل کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، در کنار همکاری و هماهنگی نزدیک وزارت علوم و دانشگاه‌های کشور، نیازمند یک رویکرد جامع و چندجانبه است. از این رو، اقداماتی که بر اساس این راهکارها انجام می‌شود، می‌تواند به بهبود وضعیت این رشته‌ها در نظام دانشگاهی کشور و متعاقب آن توسعه این رشته‌ها کمک کند. با توجه به موضوع پژوهش و در راستای پر کردن شکاف پژوهشی در این حوزه، پیشنهادهای زیر برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است:

- بررسی اثربخشی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در رشد و توسعه نوآوری در ایران
- مقایسه ضریب اشتغال‌پذیری رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در ایران با کشورهای توسعه‌یافته
- شناسایی پیشران‌های مهم در گرایش بیشتر داوطلبان به‌سوی رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در ایران

- شناسایی دلایل استقبال کم داوطلبان زن از ادامه تحصیل در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در ایران

سپاسگزاری

از تمامی صاحب‌نظران و خبرگان حوزه‌های دانشگاهی و پژوهشگاهی مشارکت‌کننده در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- Abdul Hosseini, H., Nilfroshan, P., Abedi, M. & Hosseinian, S. (2016). Effect of career counseling method based on social-cognitive theory, constructive, motivational on students' career engagement. *Counseling Culture and Psychotherapy*, 7(26), 133-154. [In Persian].
- Abdi Zarrin, S. (2021). Predicting of occupational consideration by interest, self-efficacy and outcome expectations in students. *Preventive Counseling*, 1(3), 50-60.
- Ashford-Hanserd, S., Daniel, K. L., García, D. M., & Idema, J. L. (2020). Factors that influence persistence of biology majors at a hispanic-serving institution. *Journal of Research in Technical Careers*, 4(1), 47-60.
- Bal, Z. (2021). All the changes of the national exam in 1401. *Mehr News Agency, Field and University Section*, News Code: 5425192. [In Persian].
- Bal, Z. (2016). All the statistics of the national exam in 96; exceeded the capacity of volunteers in two groups. *Mehr News Agency, Field and University Section*, News Code: 4051337. [In Persian].
- Bailey, M., Ifenthaler, D., Gosper, M., & Kretzschmar, M. (2014). Factors influencing tertiary students' choice of study mode. *Rhetoric and reality: Critical Perspectives on educational Technology*, 251-261.
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011*). STEM: science technology engineering mathematics.* Georgetown University; Center on Education and the Workforce.
- Dos Santos, L. M. (2018). Career decision of recent first-generation postsecondary graduates at a metropolitan region in Canada: A social cognitive career theory approach. *Alberta Journal of Educational Research,* 64(2), 141-153.
- Gharon, M. (2015). Higher education expansion policies in recent years: capacity development or resource wastage? *Journal of Management and Development Process.* 88(2). [In Persian].
- Gille, M., Moulignier, R., & Kövesi, K. (2022). Understanding the factors influencing students' choice of engineering school. *European Journal of Engineering Education*, 47(2), 245-258.
- Hemati, R. (2013). Quantity-oriented development of supreme education and academic life in Iran. , *Managment in the Isalmic University*, 2(5), 127-156.
- Islamic Parliament Research Center. (2022). *Law of the seventh economic, social and cultural development plan of the Islamic Republic of Iran.* Tehran. [In Persian].
- Jabehdar Maralani, P. (2020). Investigation the significant reduction in engineering applicant. *Iranian Journal of Engineering Education*, 22(87), 137-143. [In Persian].
- Kadivar, A. & Majidi, S. (2021). Reflecting the change of society's priorities in entrance exam statistics. *Analytical Journal of the Minute*. Available at: https://d-mag.ir/p4130/ [In Persian].
- Kamali, H. (2022). The massification of higher education and the challenge of vacant seats in Iran: a phenomenological study. *Journal of Science and Technology Policy*, 15(1), 23-36. Doi: 10.22034/jstp. 2022. 13923. [In Persian].
- Khan, K. R. (2015). *Exploring the effects of program development: a comparison of the academic achievement, university retention, and STEM retention of learning community cohorts.* Rutgers the State University of New Jersey, Graduate School of Applied and Professional Psychology.

- Kolivandzadeh, Z., & Nazarzadeh Zare, M. (2023). Representation of factors affecting the formation of unethical pro-organizational behaviors in the academic context. *Journal of Human Resource Management*, 13(1), 109-130. Doi: 10.22034/jhrs.2023.172973. [In Persian].
- Lundvall, B-A. (2008). Higher education, innovation, and economic development. *In J. Yufi Lin, & B. Plescovic (Eds.), Higher education and development: Annual World Bank Conference on Development Economics 2008*, Regional: Higher Education and Development, September 2008 (pp. 201-228). World Bank Publications. Washington D.C.
- Marzban, A., Abedi, M. R., & Nilforooshan, P. (2018). Comparing the effect of career counseling method based on social cognitive theory and calling-oriented career counseling method on academic engagement among high school students. *Career and Organizational Counseling*, 10(35), 61-80. [In Persian].
- Mertens, D. M., & Wilson, A. T. (2018). *Program evaluation theory and practice*. New York: Guilford Publications.
- Moghadaspour, S., DanaeeFard, H., Fani, A., & Khaefelahi, A. (2020). The antecedents and consequences of market-based higher education policy in Iran. *Journal of Science & Technology Policy*, 12(1), 55-72. [In Persian].
- Minutello, M. F. (2016). *Why (and how) they decide to leave: A grounded theory analysis of STEM attrition at a large public research university*. The Pennsylvania State University.
- Mishra, N., Ismail, A. A., & Al Hadabi, S. J. (2017). A major choice: exploring the factors influencing undergraduate choices of communication major. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives*, 14(2), 54-72.
- Nazarzadeh Zare, M. & Parvin, E. (2023). The reasons for the gap between academic education and the required skills of the labor market in Iran. *Journal of Applied Research in Higher Education*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/JARHE-02-2023-0052
- Nazarzadeh Zare, M., Ghoraishi Khorasgani, M. S., & Norollahee, S. (2021). Interdisciplinary research, a missing link in faculty members' research: reasons and solutions. *The Journal of New Thoughts on Education*, 17(4), 35-64. doi: 10.22051/jontoe.2021.35796.3317. [In Persian].
- Rafanan, R. J., De Guzman, C. Y. & Rogayan, D.V. (2020). Pursuing STEM careers: perspectives of senior high school students. *Participatory Educational Research*, 7(3), 38-58.
- Soares, J. M. A. C. (2021). Factors influencing the choice of higher education institutions in angola. *International Journal of Educational Administration and Policy Studies*, 13(1), 23-39.
- Taj Rooshan, N., & Zourofi, M. (2015). The relationship between social and cultural factors with the selection of field of study criteria among Islamic Azad University students. *Sociological Studies*, 8(27), 81-97. [In Persian].
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: an update of state actions*. NGA Center for Best Practices.
- Wang, M. T., & Degol, J. L. (2017). Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational Psychology Review*, 29, 119-140.

محسن نظرزاده زارع: عضو هیئت علمی دانشگاه ملایر هستند. ایشان مدرک کارشناسی خود را در سال ۱۳۸۵ از دانشگاه خوارزمی، مدرک کارشناسی ارشد خود را در سال ۱۳۸۸ از دانشگاه تهران و مدرک دکترای خود را نیز در رشته مدیریت آموزش عالی در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه تهران اخذ نموده‌اند. زمینه تحقیقاتی ایشان شامل شایستگی منابع انسانی، همخونی دانشگاهی، مرزگستری دانشگاهی و دانشگاه تراز جهانی است.

تحلیل ساختار دانشی آموزش مهندسی ایران با رویکرد هم‌رخدادی واژگان طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۱

احسان گرایی[۱] و افسانه عبدلی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۸

DOI: 10.22047/ijee.2023.410920.2002

چکیده: مطالعهٔ حاضر با هدف تحلیل ساختار دانشی آموزش مهندسی ایران و با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان انجام شده است. جامعهٔ پژوهش شامل ۶۷۳ مقالهٔ منتشرشده در فصلنامه آموزش مهندسی ایران در بازهٔ زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۱ است. فرایند آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار راور پریمپ، یوسی‌آی‌نت، اکسل و اس‌پی‌اس‌اس انجام شد. یافته‌ها نشان داد که کلیدواژه‌های برنامه درسی، ارزیابی و آموزش عالی به ترتیب با ۷۲، ۵۳ و ۴۵ تکرار بیشترین فراوانی را داشته‌اند. تحلیل خوشه‌ای نشان داد که ساختار دانشی فصلنامه آموزش مهندسی ایران، از هشت خوشهٔ موضوعی تشکیل شده است که عبارتند از: آیندهٔ آموزش و آموزش آینده، ارتباط و تأثیر متقابل صنعت و دانشگاه، اخلاق مهندسی، آموزش الکترونیکی، فرایند یاددهی ـ یادگیری، مسائل دانشجویی، بازنگری و تحول آموزشی و چالش‌های اثربخشی آموزشی شامل برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت. نتایج نمودار راهبردی نشان داد که خوشهٔ ششم شامل مسائل دانشجویی و خوشهٔ هشتم، چالش‌های اثربخشی آموزشی شامل برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت، در منطقهٔ اول قرار گرفته‌اند و به بیانی دیگر، موضوعات مرکزی و توسعه‌یافتهٔ این حوزه هستند. خوشه‌های پنجم شامل فرایند یاددهی-یادگیری و هفتم، بازنگری و تحول آموزشی در منطقهٔ دوم قرار گرفتند. این خوشه‌ها، خوشه‌های محوری نیستند امّا توسعه‌یافته هستند. خوشه‌های دوم شامل ارتباط و تأثیرات متقابل صنعت و دانشگاه و چهارم، آموزش الکترونیکی در قسمت سوم قرار می‌گیرند. خوشه‌های قسمت سوم به دلیل دارا بودن مرکزیت و تراکم پایین، از موضوعات حاشیه‌ای بودند و توجه اندکی را به خود جلب می‌کنند. همچنین خوشه اول شامل آیندهٔ آموزش و آموزش آینده و خوشه سوم، اخلاق مهندسی در منطقهٔ چهارم قرار گرفتند که خوشه‌های محوری بودند اما توسعه‌یافته نیستند.

واژگان کلیدی: تحلیل هم‌رخدادی واژگان، تحلیل محتوا، تحلیل سلسله‌مراتبی، نمودار راهبردی، آموزش مهندسی ایران

۱- دانشیار، علم اطلاعات و دانش‌شناسی، گروه علوم تربیتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (نویسنده مسئول). Email: geraei.e@lu.ac.ir

۲- استادیار، فلسفه تعلیم و تربیت، گروه علوم تربیتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. Email: abdoli.a@lu.ac.ir

۱. مقدمه

انسان‌ها همیشه به دنبال راه‌هایی برای بهبود وضعیت خود و تسهیل انجام امور مختلف بوده‌اند. در این راه ابزارهای مختلفی را ساخته‌اند که حاصل عمل مهندسی بر روی آنها بوده است. از زمانی که مهندسی به عنوان یک حرفه وجود داشته، آموزش مهندسی نیز به طور ضمنی مطرح بوده است امّا با پیشرفت مهندسی و ایجاد چالش‌های جدید، آموزش مهندسی نقش‌های جدیدی را برعهده گرفته است. مثلاً با رشد مهندسی در اوایل دهه ۱۸۰۰ در ایالات متحده هدف آموزش مهندسی ترویج «کاربرد علم برای اهداف عمومی و تأمین نیازهای یک جامعه درحال‌رشد به آموزش‌های علمی و فنی» بوده است. اما از ۱۸۶۲ تا ۱۸۹۳ که با «قانون اعطای زمین موریل[۱]»، پایه‌های یک نظام آموزش عالی دولتی در ایالات متحده ایجاد شد، آموزش مهندسی نیز به شکل هدفمند آغاز گردید، چنان‌که از آن به عنوان «عصر رشد» یاد می‌شود. با این حال، بین سال‌های ۱۸۹۳ تا ۱۹۱۴ «عصر توسعه آموزش مهندسی» در ایالات متحده است زیرا همه شاخه‌های اصلی مهندسی به تأسیس انجمن‌های حرفه‌ای پرداختند و آموزش مهندسی به عنوان یک رشته متمایز و مقبول پذیرفته شد. مهم‌ترین گام‌هایی که آموزش مهندسی در این زمینه برداشت، عبارت‌اند از: برگزاری نمایشگاه جهانی کلمبیا (۱۸۹۳)، تشکیل تعدادی کنگره در شاخه‌های مهم دانش و صنعت ازجمله «کنگره جهانی مهندسی با توجه ویژه به آموزش مهندسی» هنگام برگزاری نمایشگاه شیکاگو. در این دوره، جلسات «آموزش مهندسی» توسط ایرا آزبورن بیکر[۲] سازمان‌دهی و ریاست می‌شد و اولین نشست بزرگ مهندسی بود که در آن، آموزش مهندسی به عنوان یک موضوع مهم شناخته شد و جایگاهی برابر با شاخه‌های مهندسی پیدا کرد. از سال‌های ۱۹۱۴ تا ۱۹۴۰ با توسعه و تقاضا برای خودرو و هواپیما، نیاز روزافزون به نفت و نیروی برق و فنون تولید انبوه، مهندسی و آموزش مهندسی وارد مرحله جدیدی به نام دوره «ارزیابی آموزش مهندسی» شد. با این حال سال‌های ۱۹۴۱ تا ۱۹۶۸ «دوره علمی این رشته» محسوب می‌شود[۳] زیرا دخالت ایالات متحده در جنگ جهانی دوم و رقابت با شوروی برای تسلط بر فضا و فرود انسان بر روی کره ماه، ضعف‌های آموزش مهندسی در زمینه اصول علمی زیربنایی فناوری را نمایان کرد.

سال‌های ۱۹۶۹ تا ۱۹۸۰ را می‌توان «عصر مشارکت اجتماعی» نامید زیرا ایالات متحده، اولویت‌های خود را به جای دفاع و رقابت با روسیه، به سمت حل مشکلات انسانی و اجتماعی تغییر داد. بنابراین بیشتر بودجه فدرال صرف استفاده از علم و فناوری برای حل مسائل مسکن، حمل و نقل، مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، واپایش آلودگی و انرژی شد. بدین ترتیب، فارغ‌التحصیلان جدید مهندسی نه تنها

۱- به واسطه این قانون، برای تأسیس و حمایت از کالج‌ها، به ویژه «شاخه‌های آموزشی مرتبط با کشاورزی و مهارت‌های مکانیکی» و ترویج «آموزش عملی صنعت در چندین شغل و حرفه» به هر ایالت زمین‌های عمومی اختصاص یافت.

2- Ira Osborn Baker

۳- بنا بر اعتقاد Jay W. Forrester (۱۹۶۷) گرچه علم مهندسی جزء حیاتی جعبه‌ابزار ذهنی یک مهندس است اما «مهندسی با علم خود مشغول شده است و نمی‌تواند بر اهداف اساسی‌تر مانند پل زدن بین بخش‌های جداشده تمرکز کند» و این آغازی بر اهمیت آموزش مهندسی بوده است (Bordogna et al., 1993).

باید به تحولات فنی و نقش فنی مهندسی در زندگی، بلکه باید به نقش اجتماعی و تأثیر آن تحولات بر جامعه نیز توجه می‌داشتند. بنابراین، با کمک مالی دولت و بنیادهای خصوصی، برنامه‌هایی مسئله‌محور و میان‌رشته‌ای در دانشگاه‌ها برای آشنایی و همکاری دانشجو با فرایندها و ارزش‌های سیاسی و اجتماعی، ساختار نظام‌های عمومی، اقتصاد، علوم اجتماعی، حقوق، بهداشت عمومی، توسعه روستایی، شهری و بین‌المللی، مدیریت بازرگانی، طراحی محیط‌زیست و غیره تدارک دیده شد تا دانشجو را نسبت به تعهدی که یک مهندس باید نسبت به جامعه داشته باشد، آگاه‌تر کنند و دیدگاه او را به گونه‌ای گسترش دهند که جنبه انسانی کار آینده خود را نیز مد نظر قرار دهد (Grayson, 1980; Bordogna et al., 1993). بنیاد ملی علوم نیز از طریق راه‌اندازی و تأمین مالی ائتلاف آموزش مهندسی[1]، نقش عمده‌ای در آموزش مهندسی ایفا کرد. هدف اصلی برنامه آن، تولید ساختارهای جدید، ایجاد رویکردهای تازه در آموزش مهندسی، تهیه و تنظیم محتوای برنامه درسی و نظام‌های ارائه آموزشی جدید در مقطع کارشناسی ایالات متحده بود (Delaine et al., 2016).

۱۴۰ سال پیش، گفتگوها در مورد آموزش مهندسی به عنوان یک حوزه مورد علاقه علمی، از طریق انجمن ترویج آموزش مهندسی (اکنون انجمن آمریکایی در آموزش مهندسی[2]) آغاز شد و از آن زمان تا کنون، نقشی کلیدی در شکل دادن به این رشته ایفا کرده است. تقریباً از همان زمان، گفتگوها در سایر نقاط جهان، منجر به ایجاد انجمن اروپایی آموزش مهندسی[3] (۱۹۷۳) و سایر سازمان‌های ملی و منطقه‌ای شد (Delaine et al., 2016) و به تدریج اهمیت آموزش مهندسی وارد فضاهای بین‌المللی شد. در این راستا، شبکه موضوعی آموزش مهندسی عالی در اروپا[4] ۱۹۹۸-۲۰۰۰ در راستای کمک به توسعه آموزش عالی مهندسی شکل گرفت. اهداف این شبکه عبارتند از: الف) عناصر مشترکی را که در سراسر نظام‌های آموزش عالی مهندسی اروپا وجود دارد را در شش حوزه اصلی (انگیزه برای آموزش عالی مهندسی، انواع و اشکال آموزش عالی مهندسی و برنامه‌های درسی اصلی، تضمین کیفیت و شناخت متقابل، بین‌المللی‌سازی، روش‌های آموزشی برای تقویت یادگیری مادام‌العمر و آموزش مداوم) مطرح کند. ب) به نفع یک رویکرد هماهنگ در رویارویی با چالش‌های ذکرشده در بالا عمل کند. ج) از مطالعات موردی خاص (گروه‌های مشترک پروژه مهندسی اروپا[5]، پلاستیک در مهندسی[6] و کنسرسیوم منسوجات تکنیکی محافظ[7]) که بر ارزش‌افزوده می‌افزودند و کارهای انجام‌شده در ارتباط با نکات بالا را پرمایه می‌ساختند، حمایت کند. بعد از آن، شبکه موضوعی تقویت آموزش مهندسی در اروپا[8] ۲۰۰۰-۲۰۰۴ به عنوان یک راهبرد در آموزش مهندسی مورد تأکید قرار گرفت. در میان تمام پروژه‌های شبکه

1- Engineering Education Coalitions (EEC)
2- American Society for Engineering Education (ASEE)
3- European Society for Engineering Education (SEFI)
4- Higher Engineering Education for Europe (H3E)
5- Joint European Engineering Project Teams (JEEP)
6- Plastics in Engineering (Pie)
7- Protect - ProTecT Consortium: Technical Textiles
8- Enhancing Engineering Education in Europe (E4)

موضوعی[1] تأییدشده و در حال اجرا تحت سقراط دوم[2]، تقویت آموزش مهندسی در اروپا چشم‌انداز وسیعی را در مورد تمام زمینه‌های آموزش مهندسی/ فناوری و موضوعات مرتبط و جانبی را پوشش می‌داد زیرا به دنبال این بود که محدود به شاخه خاصی نباشد و در بعد بین‌المللی و توسعه برنامه درسی، معیارهای بالا، بیمه کیفیت و اعتبار و استفاده از ابزار فاوا و نیز مشارکت‌های نوآورانه داشته باشد. سال ۲۰۰۴ شبکه موضوعی درخت[3] جانشین تقویت آموزش مهندسی در اروپا شد. چهار فعالیت اصلی این شبکه عبارت بودند از:

۱. خط A نظم‌دهی؛ نظم‌دهی دقیق برنامه‌های درسی جدید برای ساختار دولایه آموزش عالی؛ توسعه ابزاری برای ارزیابی کیفیت، تضمین اعتبار و گسترش نظام انتقال اعتبار و انباشت اروپا[4]
۲. خط B آموزش و پژوهش؛ نظارت بر وضعیت و ارتقای تحصیلات دکتری؛ ارتقای نقش فعالیت‌های پژوهشی در آموزش مهندسی؛ تأیید ارزش پروژه‌های پژوهش‌محور
۳. خط C افزایش جذابیت مهندسی برق و الکترونیک[5]؛ جذب جوانان، به‌ویژه زنان، به آموزش‌های مهندسی و همچنین ابتکاراتی مانند مدرک مشترک/ دوبل
۴. خط D پایداری؛ تداوم مؤسسات آموزش مهندسی با توسعه آموزش مداوم، فرصت‌های یادگیری باز و از راه دور؛ مطالعه راه‌های ساخت ابزارهای ارزشمند.

در این راستا مجمع‌الجزایر شبکه موضوعی تکنو[6] نیز در زمینه‌های علم و مهندسی راه‌اندازی شد که بسیاری از انجمن‌های مهندسی در سازمان‌دهی این رویداد شرکت داشتند. مجمع‌الجزایر توسط کنسرسیومی از مؤسسات دانشگاهی پیشرو که شبکه‌های موضوعی اراسموس[7] اروپا را هماهنگ می‌کردند، تشکیل شد. از طریق این شبکه‌های موضوعی و با توجه به پیوندهای آن‌ها با سازمان‌های حرفه‌ای، دانشجویان، مقامات و تصمیم‌گیرندگان محلی، منطقه‌ای و ملی، شرکای اجتماعی و غیره، حدود ۸۵۰ مؤسسه آموزش عالی اروپایی درگیر شدند (Borri et al., 2007).

پروژه تنظیم ساختارهای آموزشی در اروپا نیز یکی از معدود پروژه‌هایی بود که در واقع اهداف سیاسی تعیین‌شده در بیانیه بولونیا ۱۹۹۹ را به بخش آموزش عالی مرتبط کرد. در این رابطه، «نظم‌دهی[8]» پروژه‌ای بود که توسط همه حوزه‌های آموزش عالی توسعه یافت. پروژه نظم‌دهی نه بر نظام‌های آموزشی، بلکه بر ساختار مطالعات تمرکز داشت. درحالی‌که نظام‌های آموزشی در درجه اول بر عهده دولت‌ها است، ساختارها و محتوای آموزشی بر عهده مؤسسات آموزش عالی قرار گرفت. در نتیجهٔ اعلامیه بولونیا، نظام‌های آموزشی در تمام کشورهای اروپایی باید در حال تکامل مداوم باشند، این اعلامیه اثر مستقیم تصمیم سیاسی برای هماهنگی همه نظام‌های مختلف ملی آموزش عالی را نشان می‌دهد. برای مؤسسات آموزش

1- Thematic Network (TN)
2- Socrates II
3- TREE Thematic Network
4- European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)
5- Electrical and Electronics Engineering (EEE)
6- TECHNO TN
7- Erasmus
8- Tuning

عالی، این اصلاحات به معنای نقطه شروع واقعی برای مقایسه برنامه‌های درسی از نظر ساختار، برنامه و روش یادگیری است. در این فرایند اصلاح، درخواست‌ها و نیازهای علمی و تخصصی مورد نیاز جامعه نقش مهمی ایفا می‌کند. هدف اصلی این پروژه کمک قابل توجهی به تدوین چارچوبی از صلاحیت‌های قابل مقایسه و سازگار در هر یک از کشورهای (بالقوه) امضاکننده فرایند بولونیا بود (Borri et al., 2007). سال ۲۰۰۶، مرکز تحقیقاتی آموزش مهندسی[1]، بیش از ۷۰ مدرس مهندسی، علوم و ریاضیات، محققین و شاغلین این حوزه را گرد هم آورد تا به چالش‌ها و نیازهای آینده آموزش مهندسی رسیدگی کنند. آنها پنج حوزه تحقیقاتی را برای رشته آموزش مهندسی شناسایی کردند: معرفت‌شناسی مهندسی، سازوکارهای یادگیری مهندسی، نظام‌های یادگیری مهندسی، تنوع و فراگیری مهندسی و ارزیابی مهندسی. سال ۲۰۰۷، اولین کنفرانس بین‌المللی تحقیقات در آموزش مهندسی[2] جهت بررسی «چگونگی مفهوم‌سازی گسترده آموزش مهندسی به عنوان یک رشته»، برگزار شد (Delaine et al., 2016).

به تدریج، هم ادغام کارآفرینی و نوآوری در آموزش مهندسی مد نظر قرار گرفت و هم به دلیل رشد فناوری‌های دیجیتال و شکل‌گیری انقلاب صنعتی چهارم که صنعت ۴[3] نامیده می‌شود، بر ادغام فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات و فناوری صنعتی تأکید شد. این انقلاب عمدتاً وابسته به ساخت یک سامانه فیزیکی سایبری برای تحقق یک کارخانه دیجیتالی و هوشمند، ارتقای تولید برای دیجیتالی‌تر و اطلاعاتی‌تر شدن و فعالیت سبز است. هدف I4.0 ایجاد یک مدل تولید بسیار انعطاف‌پذیر از محصولات و خدمات دیجیتالی با تعامل بلادرنگ بین افراد، محصولات و دستگاه‌ها در طول فرایند تولید است. لذا انتظار می‌رود که فرایندهای مهندسی و کسب و کار پویا I4.0، به طور منعطفانه‌ای در تولید و ارائه خدمات، تغییرات مطالبه‌شده جهت رفع اختلالات و خرابی‌ها را پاسخ دهند. شرکت‌های متعدد امروز با محورهای (شناسایی و توسعه شایستگی‌ها و زیرساخت‌های I4.0، ترویج همکاری چندرشته‌ای، ایجاد معیارهای ارتباطی و معماری، تقاضا و عرضه I4.0، پیشنهاد سیاست‌های عمومی برای شرکت‌های کوچک و متوسط[4]، ایجاد کارخانه‌های مبتنی بر فناوری بالا، شکل‌گیری استعداد از سطح فنی تا مدیر) همسو هستند. لذا برای هدایت تلاش‌های آموزشی مهندسان جهت برآوردن نیازها و الزامات موردنیاز I4.0 یک برنامه درسی جدید را پیشنهاد داده‌اند که هدف آن، توسعه استعدادهای مورد نیاز برای رویارویی با چالش‌هایی است که در کارخانه‌ها و تجارت آینده به وجود می‌آید. این هدف، علاوه بر چشم‌انداز کامل و شفاف، به منظور استفاده بهینه از این فناوری‌ها و ارائه خدمات بالاتر به مشتریان خود و در عین حال بهبود آنها، از تجارت و خلاقیت بالا نسبت به حوزه تولید، داده‌ورزی[5] و فناوری‌های فرایندی استقبال می‌کند (Ramirez-Mendoza et al., 2018).

1- Engineering Education Research Center (EERC)
2- International Conference on Research in Engineering Education (ICREE)
3- Industry 4.0 (I4.0)
4- Small and Medium-Sized Enterprises (SME)
۵- داده‌ورزی برابرنهاده فرهنگستان برای انفورماتیک است.

امروزه تغییرات بی‌سابقه‌ای در مهندسی و رقابت جهانی رخ داده است، چنان که با تعداد روزافزونی از توانمندی‌ها، تلاش‌های روزافزون برای ایجاد جوامع هوشمند، بین‌المللی شدن مهندسان، اقتصاد دانش، رقابت با کشورهای دیگر و ... روبرو هستیم. مهندسان امروزی، در بحبوحه یک انقلاب تجاری جهانی هستند که باعث شدت رقابت شده است. رقبای جهانی عبارتند از: ارائه محصولات نوآورانه در سطح جهانی، تولید کالاهای سفارشی و با کیفیت بالا، سرعت طراحی، تولید و تصمیم‌گیری فوق‌العاده، برآورده‌کردن انتظارات روزافزون مشتری برای کیفیت محصول، قابلیت اطمینان و در دسترس بودن (Black, 1994). در واقع، رشته‌های مهندسی از یک‌سو با انفجار شدید دانش که مستلزم طیف وسیعی از صلاحیت در رشته‌های علمی و فنی است و از سوی دیگر با طیف عظیمی از چالش‌ها- هم علمی و هم اجتماعی- مواجه هستند (Ramirez-Mendoza et al., 2018; Hernandez-de-Menendez, & Mo-rales-Menendez, 2019).

گر چه بیش از دو قرن است که نظام‌های آموزش مهندسی عمدتاً نظام‌هایی مبتنی بر کشور بوده‌اند که هرکدام دارای پیکربندی متمایز هستند، چنان‌که حتی زمانی که نخبگان سیاسی و فن‌سالارها[1]، برنامه‌ها و برنامه‌های درسی را به عنوان مدل‌هایی برای آموزش مهندسی داخلی، وارد می‌کرده‌اند، متخصصان کشورهای وام‌گیرنده با ادغام عناصر خارجی در نظام‌های آموزش مهندسی خود تغییر داده‌اند، اما امروزه و از دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ این حالت انحصاری آموزش مهندسی دستخوش تغییرات قابل توجهی چون تحرک مهندسان در محل کار شده است. چنان که مهندسان سرتاسر جهان ممکن است در کشورهای دیگر کار کنند یا در کنار افرادی که در کشورهای دیگر آموزش دیده‌اند، همکار شوند و حتی شرکت‌های چندملیتی استعدادهای مهندسی پویا و محرک را ترجیح می‌دهند، زیرا چنین تحرکی نویدبخش تنوع مهارت‌های مهندسی در پایگاه‌های تولید، تحقیق و توسعه در سراسر جهان است. آموزش مهندسی دیگر به دنبال این است که «چه شایستگی‌هایی را در فراگیران رشد دهد که در کشورهای دیگر یا توسط کارفرمایان بین‌المللی فعال در کشورشان، ارزشمند شناخته شوند».

لذا کشورهای پیشرفته سعی می‌کنند آموزش مهندسی خود را با شناسایی و دنبال‌کردن نیازهای سازمان‌ها و تحولات عصری به‌روز کنند و در این راستا، همیشه شایستگی‌های مهندسان را بازتعریف کنند (Lucena at al., 2008; Rodrigues et al., 2021). به علاوه، به منظور پیشبرد آموزش مهندسی، بسیاری از محققان از جنبه‌های متعدد این حوزه را بررسی کرده‌اند، از جمله تلاش برای مشروعیت بخشیدن به تحقیقات آموزش مهندسی، معرفی روش‌ها و طرح‌های جدید تحقیق، افزایش دقت روش‌شناختی، بررسی موفقیت‌آمیز همکاری‌ها و حل تنش‌های معرفتی، شناسایی عوامل انگیزشی برای اتخاذ شیوه‌های آموزشی مؤثر، مشارکت در تبدیل پژوهش به عمل، شنیدن روایت اساتید موفق،

۱- فن‌سالار برابرنهاده فرهنگستان برای تکنوکرات است.

تغییر (چه فرهنگی و چه آموزشی) در دانشگاه‌های برای حفظ رشد و تکامل آموزش مهندسی، چگونگی و چرایی ورود افراد به این حوزه و همچنین تجربیات آنها در این فرایند، چگونگی هدایت دانشجویان برای تبدیل شدن به محققان آموزش مهندسی و ... (Segalàs Coral, 2009).

لذا با نظر به این امر و این که در جهان امروز تعداد قابل توجهی از نشانه‌های متضاد نشان می‌دهند که جامعه ما در حال حاضر در فروپاشی سیاره زمین نقش دارد، نوع جدیدی از مهندس مورد نیاز است، متصدیان آموزش مهندسی باید قبل از همه، آنچه در جامعه می‌گذرد و مهارت‌های مقابله با جنبه‌های اجتماعی فناوری‌ها را تشخیص دهند و به آگاهی برسانند. به همین دلیل و با وجود این که آموزش مهندسی دارای سابقه نسبتاً طولانی است اما تقاضاهای خاص و رقابت جهانی در حوزه مهندسی، به بحث‌های آموزش مهندسی شدت بیشتری داده است و از سال ۲۰۰۰ به بعد، مراکز، مجلات و کنفرانس‌های زیادی بودجه خود را صرف رشد فکری و انجام تحقیقات در حوزه آموزش مهندسی کرده‌اند (Delaine et al., 2016).

همان طور که اشاره شد، آموزش مهندسی هم با انجام تحقیقات تقاضای محیط‌های کاری جدید را تشخیص داده است و هم سیر آن نشان می‌دهد که در کشورهای مختلف، این رشته از اهمیت لازم برخوردار بوده است. اما با وجود این که بسیاری از افراد، برنامه‌ها و دانشگاه‌ها این نیازها را شنیده‌اند، پردازش کرده‌اند و به آن‌ها پاسخ داده‌اند، با این حال، افزایش کیفیت آموزش مهندسی به عنوان چالش اصلی صنعت و به طور فزاینده‌ای از سوی برخی دولت‌ها همچنان باقی است، چنان که با شکایات صنعت در مورد کمبود مهارت در فارغ‌التحصیلان مهندسی، نرخ فرسودگی بالای دانشجویان مهندسی با سوابق عملکرد تحصیلی خوب، عدم پذیرش اعتبار برخی برنامه‌ها و غیره مواجهه است. در این راستا حتی خود صنعتگران، متقاضی برگزاری کارگاه‌ها و برنامه‌هایی تحت رهبری خود شده‌اند. این یک تلاش تصادفی یا ناهماهنگ نیست، بلکه واکنشی منسجم به این است که دانشگاه‌ها در تربیت منابع انسانی به‌اندازه کافی موفق نبوده‌اند. در واقع، صنعتگران بر این اعتقادند که علاوه بر مبانی علوم مهندسی و دانش مهندسی، به فهرست گسترده‌ای از مهارت‌ها، مانند عناصر طراحی، ارتباطات، کار گروهی، اخلاق و سایر مهارت‌ها و ویژگی‌های شخصی نیاز است (Crawley et al., 2014). از این رو، گر چه فشارها برای اصلاح آموزش مهندسی از ابتدای شروع این رشته وجود داشته است، اما یک سری از مسائل هنوز هم ادامه دارد. به عنوان مثال علاقه به مشاغل مهندسی در میان دانش‌آموزان دبیرستانی به طور پیوسته کاهش یافته است که با نرخ فرسودگی بالای برنامه‌های درسی مهندسی، نگرانی‌هایی را این مورد که آیا دانشجویان مهندسی کافی در دهه آینده فارغ‌التحصیل خواهند شد تا نیازهای صنعت را برآورده کنند، ایجاد می‌کند و نیز بسیاری از اعضای هیئت علمی و مدیران، نسبت به تغییرات پیشنهادی کمتر مشتاق هستند. کارفرمایان از فارغ‌التحصیلان مهندسی شکایت دارند که مستخدمان جدید آنها فاقد مهارت‌های تحلیلی و تفکر انتقادی سطح بالا، مهارت‌های ارتباطی و کار گروهی و درک مهندسی و عملکرد تجاری

هستند (Felder, 2012). در پژوهشی با عنوان «دیدگاه‌های آموزش مهندسی از دنیای عمل» دریافتند که بین آن چه آموزش مهندسی ارائه می‌دهد و آن چه دنیای عمل مهندسی به آن نیاز دارد، شکاف فزاینده‌ای وجود دارد. با این وجود، با تمام تغییراتی که در قرن گذشته رخ داده است و با تغییراتی که درخواست می‌شود، برنامه‌های درسی مهندسی، به یک معنا، ثبات قابل توجهی را حفظ کرده است. برنامه‌های درسی مهندسی امروزه از نظر ویژگی‌های اساسی‌تر، همان چیزی است که دهه‌های پیش بوده است- یک نوع متمایز از برنامه‌های دانشگاهی که اساساً بر اساس اصول و کاربردهای علوم فیزیکی و ریاضیات استوار است- و کمتر همراه با مطالعات مرتبط در علوم انسانی و اجتماعی است (Crawley et al., 2014). چنین آموزشی برای دستیابی به بهره‌وری، کارآفرینی و تعالی در محیطی که به طور فزاینده‌ای مبتنی بر نظام‌های پیچیده فناورانه است و باید پایدار باشند، ضروری است.

به طور گسترده پذیرفته شده است که ما باید در آماده‌سازی دانشجویان مهندسی برای آینده، کار بهتری انجام دهیم و این کار را باید با اصلاح نظام‌مند آموزش مهندسی انجام دهیم. بر این اساس، بسیاری از مهندسان صنعت و دولت، همراه با رهبران برنامه‌های دانشگاه، شروع به بحث در مورد بهبود وضعیت آموزش مهندسی کرده‌اند تا مهارت‌های فارغ‌التحصیلان مهندسی را متناسب با بازار جهانی و نیازهای صنعت تدارک ببینند، چنان که برنامه‌های مهندسی توسعه‌یافته در بسیاری از نقاط جهان، نمونه‌ای از توجه به کاهش این تنش و محصول تکامل آموزش مهندسی در نیم‌قرن اخیر است. به عنوان مثال از دهه ۱۹۹۰، اقتصادهای مبتنی بر دانش، مؤسساتی را توسعه داده‌اند که در آنها تحقیق، بهره‌برداری تجاری از آن و سایر کارهای فکری اهمیت فزاینده‌ای دارند. هزینه‌های تحقیق و توسعه جهانی در دهه گذشته سریع‌تر از تولید ناخالص داخلی جهانی رشد کرده است و این نشان‌دهنده تلاش‌های گسترده برای افزایش نقش دانش و فناوری در اقتصاد است. این عوامل نشان‌دهنده وابستگی متقابل فزاینده بین صنعت، دولت و مؤسسات آموزشی در سطح جهانی است که نیاز شدید به مشارکت و همکاری مؤثر در شبکه‌های جهانی را ایجاد می‌کند. از زمان انقلاب صنعتی، شایستگی‌های مورد نیاز مهندسان و نتایج آموزش مهندسی در درجه اول توسط سیاست‌گذاران در کشورهای مختلف تعیین‌شده است. با این حال، اقتصاد دانش جهانی معاصر و تحرک فزاینده نیروی کار با مهارت بالا، گسترش گفت‌وگو پیرامون شایستگی‌های مهندسی را فراتر از کشورها و در سطوح منطقه‌ای و جهانی تحت فشار قرار داده است. امروزه مهندسان در سراسر جهان باید برای کار بین‌المللی و همچنین استخدام در کنار افرادی که در کشورهای دیگر آموزش‌دیده‌اند، آماده باشند. در نتیجه مؤسسات آموزش مهندسی و جوامع حرفه‌ای به این نیاز پاسخ می‌دهند. در این کار، جامعه هوشمند را جامعه‌ای تعریف می‌کنیم که در آن افراد، سازمان‌ها و سایر نهادها به توانایی مشارکت در اقتصاد دانش جهانی دسترسی دارند (Delaine et al., 2016). در واقع، در طی این سال‌ها، برنامه‌های آموزش مهندسی از یک برنامه درسی مبتنی بر نظریه و عمل صرف، به یک مدل مبتنی بر علم مهندسی

منتقل شده‌اند. پیامد مورد نظر این تغییر، ارائه یک پایه علمی دقیق و ظریف به دانشجویان است که آنها را برای رسیدگی به چالش‌های فنی ناشناخته آینده مجهز می‌کند و همچنین،تغییر در فرهنگ آموزش مهندسی با نظر به بحث‌های اجتماعی و کارآفرینانه است. لو و همکاران (Lowe et al., 2021) بر این اعتقادند که دانش رشته‌ای، تنها یکی از ابعاد شایستگی‌هایی است که دانشجویان مهندسی و مهندسان تازه‌کار باید توسعه دهند. آنها باید ماهیت حرفه خود را از نظر هنجارها، قراردادها، شیوه‌های فرهنگی و زبان حرفه‌ای درک کنند و توسعه دهند.

با نظر به رشد و تحولات مهندسی و آموزش مهندسی باید گفت که اکنون مهندسی ایران دارای یک نظام آموزشی با تاریخچه، سیر تکاملی، توانمندی‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای خاص خود است. تفکر دربارهٔ وضعیت کنونی آموزش مهندسی نیازمند نگاهی کلی و جامع به این حوزه و پرهیز از تمرکز بر بُعدی خاص، خواه تحولات فناورانه یا هر چیز دیگر است. رشته آموزش مهندسی در دوره کارشناسی ارشد برای اولین‌بار در کشور از ۱۳۹۸ در دانشکده علوم مهندسی، دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران به اجرا درآمده است و همچنین از سال ۱۳۷۸ گروه علوم مهندسی فرهنگستان «فصلنامه آموزش مهندسی ایران» را تأسیس نموده است که از سال ۱۳۹۶ مقالات را به صورت علمی پژوهشی چاپ می‌نماید. متون پژوهشی منتشرشده نقش مهمی در انعکاس تحولات این حوزه ایفا می‌کنند. متون پژوهشی بستری را برای انتشار نظرات تمامی ذی‌نفعان ـ استادان، دانشجویان، مدیران، سیاست‌گذاران، دانش‌آموختگان و سایرین- در خصوص وضعیت آموزش مهندسی و بایدها و نبایدهای آن فراهم می‌آورند. به همین خاطر تحلیل این متون می‌تواند به شناسایی حوزه‌های پژوهشی فعال و حوزه‌هایی که کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، کمک کند و مادهٔ اولیه مورد نیاز برنامه‌ریزی را که همانا اطلاعات است، در اختیار تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان رشته‌های مهندسی در سطح کلان قرار دهد.

بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر «تحلیل فصلنامه آموزش مهندسی ایران» با رویکرد علم‌سنجی و ارائهٔ تصویری از مهم‌ترین موضوعات مورد نظر پژوهشگران در این خصوص است. اطلاعات این اثر، تلاشی نظام‌مند برای نشان‌دادن مسیری است که پیموده شده است و این که چگونه به اینجا رسیده است. این‌گونه آثار می‌توانند گامی در راستای شناسایی حوزه‌های موضوعی مورد توجه و یا مغفول و نیز مبنایی برای نگریستن به آیندهٔ پیش رو و برنامه‌ریزی به منظور جهت‌دهی به پژوهش‌های آینده فراهم آورند. در این مسیر انجام مطالعات سنجش کمّی و خروجی‌های متنوع آن، از جمله ارائه نقشه‌های علمی موضوعی، تحلیل شبکه‌های همکاری‌های علمی، تحلیل روش‌شناختی و مخاطب‌شناسی از ابزارهایی است که در این فرایند می‌تواند عصای دست متخصصان باشد. ارائهٔ تصویر کلان از وضعیت پژوهش‌های صورت‌گرفته و چگونگی ارتباط حوزه‌های مختلف و آگاهی از چگونگی رشد و توسعهٔ این حوزه‌ها در طی زمان از اهداف نقشه‌های علمی است. تحلیل هم‌رخدادی واژگان و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی از جمله فنونی هستند که برای ترسیم نقشه‌های علمی به کار

می‌روند. در این روش از مهم‌ترین واژگان یا واژگان کلیدی پرتکرار مدارک، برای مطالعهٔ ساختار دانشی یک حوزهٔ مطالعاتی استفاده می‌شود (Sedighi, 2015). لذا در بسیاری از حوزه‌های دانشی، از رویکرد تحلیل هم‌واژگانی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، الظفری (Alzafari, 2017) با علم به جذابیت و اهمیت مقولهٔ کیفیت برای مؤسسات آموزش عالی و ذی‌نفعان آن، به تحلیل پژوهش‌های مرتبط با این موضوع در پایگاه اسکوپوس پرداخت. نتایج تحلیل هم‌واژگانی مقالات سبب شکل‌گیری چهار حوزهٔ کلی شد. حوزهٔ اول نظام آموزش بود که ۷۳ درصد انتشارات را به خود اختصاص داده است و شامل نظام کیفیت، بسترهای آموزشی، نوع یادگیری و سایر موضوعات بود. حوزهٔ دوم به بهبود نظام و مسائلی همانند خدمات و رضایت‌مندی، بهبود و نظام کیفیت اختصاص یافت. حوزهٔ سوم به حمایت از محیط و مسائل رقابت، فناوری، اقتصاد، پایداری، راهبرد و برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری اختصاص داشت. حوزهٔ چهارم هم به مدیریت کیفیت و مسائلی همانند مدیریت و کیفیت و دستاوردها اختصاص داشت. رحمتی و کریمی (Rahmati & Karimi, 2022) به تحلیل پژوهش‌های فناوری آموزشی پایگاه ساینس دایرکت، طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۲ پرداختند. ۱۳ خوشه شناسایی شد که از میان آنها موضوعات یادگیری مادام‌العمر، طراحی آموزشی، آموزش متوسطه، محیط یادگیری تعاملی، معماری‌های آموزشی بسیار پرطرف‌دار بودند. همچنین، موضوعات کووید-۱۹، هوش مصنوعی، بازی‌سازی، تجزیه و تحلیل یادگیری، واقعیت افزوده و یادگیری از راه دور جزء زمینه‌های جدید در حوزهٔ فناوری آموزشی بودند. لاتو و همکاران (Laato et al., 2022) با استفاده از روش هم‌رخدادی واژگان به تحلیل پژوهش‌های آموزش عالی در دوران کرونا پرداختند. پژوهش آنها نشان داد که سه خوشهٔ اصلی ۱. تدریس و یادگیری[1]، (۲) سیاست‌گذاری و مسائل مدیریتی[2] و (۳) سلامت روانی دانشجویان[3] شکل گرفته است. نارونگ و هالینگر (Narong & Hallinger, 2023) به تحلیل موضوعات کانونی و روندهای پژوهشی نوظهور حوزهٔ خدمات یادگیری با روش هم‌رخدادی واژگان پرداختند. این مطالعه نشان داد که آموزش مهندسی و یادگیری مبتنی بر مسئله، ادغام و آزمودن روش‌های تدریس و یادگیری فعال از موضوعات مهم بوده است. همچنین کلیدواژه‌های برنامهٔ درسی (۷۵۵ تکرار)، آموزش مهندسی (۶۰۴ تکرار)، مشارکت‌های اجتماعی (۴۸۰) و آموزش عالی (۴۰۵ تکرار) در صدر پرتکرارترین کلیدواژه‌ها قرار گرفتند. گرایی و همکاران (Geraei et al., 2018) هفده مقولهٔ موضوعی آموزش علم اطلاعات و دانش‌شناسی را تحت عناوین آسیب‌شناسی، الگویی برای آموزش، نظریه‌ای برای برنامه‌ریزی آموزش، برنامه‌های درسی، تاریخچهٔ آموزش، نام‌گذاری رشته و مشاغل آن، دانشکده علم اطلاعات و دانش‌شناسی، تخصص‌گرایی، آینده‌پژوهی، نگرش به رشته، اشتغال و بازار کار، آموزش ضمن خدمت و نیازهای آموزشی کتابداران، ارزیابی کیفیت و اعتبارسنجی، آموزش از راه دور، فناوری اطلاعات و آموزش رشته، منابع درسی و دیگر موضوعات مرتبط با آموزش علم

1- Teaching and learning 2- Policy and managerial issues 3- Student psychological well-being

اطلاعات و دانش‌شناسی شناسایی کردند. نجار لشگری و همکاران (Najjar Lashgari et al., 2023) ترسیم ساختار مدیریت آموزشی ایران پرداختند. تحلیل هم‌رخدادی واژگان نشان داد که خوشهٔ مدیریت آموزشی بالغ‌ترین و مرکزی‌ترین خوشه و خوشهٔ رهبری یادگیری و مدیریت مدرسه به ترتیب توسعه‌نیافته و در حال ظهور یا افول هستند. لشگری (Lashgari, 2019) به تحلیل مفهوم مدیریت آموزشی در رشته پرستاری پرداخت. جامعهٔ پژوهش مقالات نمایه‌شده در پایگاه Web of Science در بازهٔ زمانی ۲۰۰۰ -۲۰۱۹ است. تحلیل‌ها نشان داد که خوشه‌های شکل‌گرفته عبارتند از: مدیریت واپایش درد، توسعهٔ حرفه‌ای، مدیریت آموزشی، بازیابی اطلاعات و دانش. رجب‌زاده و همکاران (Rajabzade et al., 2019) به تحلیل ساختار فکری حوزه مطالعات آموزش از دور بر اساس تحلیل هم‌استنادی پرداختند. ساختار حوزه آموزش از راه دور بر اساس تحلیل هم‌استنادی از هشت خوشهٔ «یادگیری ماشینی»، «زیرساخت‌های آموزش الکترونیکی»، «الگوهای یادگیری سیار»، «فناوری آموزشی و هوش مصنوعی»، «متفرقه»، «نظریه یادگیری و مدل‌های فهمیدن»، «آموزش در فضای مجازی» و «روش‌های آموزش از راه دور» تشکیل شده است. با توجه به خوشه‌های شکل‌گرفته، اصلی‌ترین و رایج‌ترین موضوع در پژوهش‌های این حوزه «یادگیری الکترونیکی» است. رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2022) با تحلیل مطالعات آموزش عالی ایران به چهار خوشهٔ موضوعی: راهبردهای آموزش عالی، عوامل مؤثر در بهبود آموزش عالی، مدیریت دانش در نظام آموزش عالی و عوامل مؤثر بر آن و نظام آموزش عالی دست یافتند. نمودار راهبردی نشان داد که برنامه‌ریزی درسی بین‌رشته‌ای، فرهنگ سازمانی، انعطاف‌پذیری، بومی‌گزینی، فناوری آموزشی و یادگیری از موضوعات نوظهور هستند.

با تأملی بر ضرورت برنامه‌ریزی برای انتشار مقالات فصلنامه آموزش مهندسی ایران از یک سو و توانایی روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان و تحلیل خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی در آشکار ساختن ابعاد مختلف ساختار دانشی حوزه‌های مختلف از سویی دیگر، می‌توان با بهره‌گیری از این فنون، تصویری روشن و فراتحلیلی جامع از پژوهش‌های این حوزه ارائه کرد تا چگونگی توسعهٔ دانش این حوزه در قلمروهای تخصصی مختلف را آشکار ساخت. تحلیل ساختار دانشی مقالات پژوهشی، ابزار مناسبی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی صحیح و شناخت وضعیت گذشته فراهم آورده و موجب هدفمند ساختن فعالیت‌های علمی و تعیین اولویت‌های پژوهشی می‌گردد. این قبیل مطالعات همچنین به شناسایی نقاط ضعف و کمبودهای موجود در پژوهش‌های علمی منجر می‌شود. مطالعهٔ هم‌واژگانی مقالات، علاوه بر این که موضوعات مورد توجه را مشخص می‌سازد، می‌تواند نشان‌دهندهٔ میزان رشد و توسعه در مقایسه با موضوعات دیگر باشد. با استفاده از یافته‌های این پژوهش، می‌توان دامنه موضوعی مقالات فصلنامه آموزش مهندسی ایران را مشخص کرد. بدین وسیله می‌توان موضوعات کمتر کارشده را تقویت کرد و به انجام مطالعات مرتبط با حوزه‌های موضوعی مورد نیاز، یا به عبارت دیگر، موضوعاتی که ممکن است در آینده بیشتر مد نظر باشند، کمک نمود. از این رو پژوهش حاضر

به دنبال تحقق اهداف زیر است:

۱. مطالعهٔ کلیدواژه‌های پرتکرار فصلنامه آموزش مهندسی ایران؛

۲. مطالعهٔ حوزه‌های موضوعی فصلنامه آموزش مهندسی ایران؛

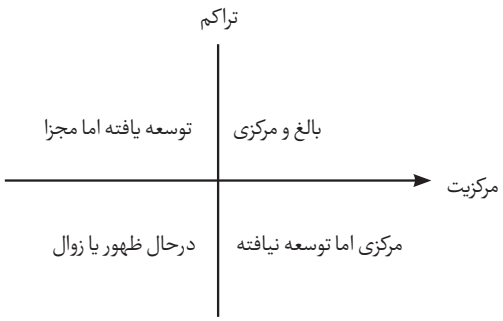
۳. مطالعه و تحلیل بلوغ و توسعه‌یافتگی فصلنامه آموزش مهندسی ایران.

۲. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان انجام شده است. جامعهٔ پژوهش شامل ۶۷۳ مقالهٔ منتشرشده در فصلنامه آموزش مهندسی ایران در بازهٔ زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۱ است. برای انجام پژوهش، کلیدواژه‌های هر یک از مقالات استخراج و سپس در قالب متن ساده[1] در فایل ورد[2] ذخیره شد. فرایند آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار راور پریمپ، یوسی‌آی‌نت، اکسل و اس‌پی‌اس‌اس[3] انجام شد. در ابتدا پس از فراخوانی داده‌ها در نرم‌افزار راور پریمپ، فرایند یکدست‌سازی کلیدواژه‌های مقالات با واپایش مواردی همانند حذف کلیدواژه‌های بی‌معنا و بی‌مفهوم، یکدستی کلیدواژه‌های مترادف، یکدست‌سازی املای مختلف کلمات و غیره اصلاحات مورد نظر انجام شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار راورپریمپ ماتریس هم رخدادی کلیدواژه‌ها با در نظر گرفتن حداقل ۴ هم‌رخدادی تهیه شد. ماتریس متقارن نهایی با ابعاد ۸۳×۸۳ ترسیم شد. با استفاده از نرم‌افزار یوسی‌آی‌نت ماتریس همبستگی میان کلیدواژه‌ها تهیه و فرایند خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی کلیدواژه‌ها و تعیین موضوعات هر خوشه با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. تحلیل خوشه‌ای فنی است برای گروه‌بندی افراد یا موضوعات به طوری که در این گروه‌بندی، موضوعات درون گروه دارای شباهت زیادی با همدیگر هستند امّا تفاوت قابل توجهی با گروه‌های دیگر دارند. تحلیل خوشه‌ها در حقیقت سازمان‌دهی مجموعه‌ای از نمونه‌ها به خوشه‌ها بر پایهٔ تشابهات است، یعنی نمونه‌هایی که در یک خوشه قرار دارند، ویژگی مشابه‌تری نسبت به هم دارند (Abedi Jafari et al., 2010). خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی نوعی از خوشه‌بندی است که در آن خوشه‌ها به صورت تودرتو سازمان می‌یابند. نتیجه خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی روی یک مجموعه داده را می‌توان با یک ساختار درختی به نمایش درآورد. این بازنمایی درختی دندوگرام[4] نامیده می‌شود. یکی از روش‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی خوشه‌بندی به روش وارد[5] است. در این خوشه‌بندی برای کاهش تلفات ناشی از داده‌های دورافتاده از معیاری جدید برای محاسبه عدم شباهت بین خوشه‌ها استفاده می‌کند. در روش وارد، از مجموع مربعات تفاضل هر داده از یک خوشه با بردار میانگین آن خوشه به عنوان معیاری برای سنجش

1- Plain text
2- Word
3- Ravar PreMap, UCINET, Excel & SPSS
4- Dendrogram
5- Ward

یک خوشه استفاده می‌شود (He, 1999). گام پایانی به ترسیم نمودار راهبردی موضوعات و مفاهیم اختصاص یافت. نمودار راهبردی موضوعات و مفاهیم را می‌توان در قالب چهار قسمت نشان داد که هر یک تراکم و مرکزیت مختلفی دارند و خوشه‌هایی که در آن قسمت قرار می‌گیرند، وضعیت متفاوتی دارند (نمودار ۱). خوشه‌هایی که در قسمت اول قرار می‌گیرند جزو خوشه‌های بالغ هستند و در مرکز آن قلمرو پژوهشی مطالعه می‌شوند. خوشه‌هایی که در قسمت دوم جای می‌گیرند مرکزی نیستند ولی قابلیت توسعهٔ بیشتری دارند. خوشه‌های قسمت سوم حاشیه‌ای هستند و توجه اندکی را به خود جلب می‌کنند و در نهایت، خوشه‌های موضوعی که در قسمت چهارم قرار می‌گیرند، گرچه مرکزی هستند امّا توسعه‌نیافته و نابالغند (Moral-Munoz et al., 2019). به منظور بررسی میزان بلوغ و توسعه‌یافتگی پژوهش‌های فصلنامه آموزش مهندسی ایران، با استفاده از شاخص‌های مرکزیت و تراکم شبکه نمودار راهبردی آن ترسیم شد. به این منظور ابتدا برای هر یک از خوشه‌های مقالات به طور جداگانه ماتریس فراوانی و سپس ماتریس همبستگی ایجاد شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار یوسی‌آی‌نت مرکزیت رتبه و تراکم هر یک از خوشه‌ها محاسبه شد. در مرحله بعد بر اساس داده‌های مربوط به مرکزیت و تراکم هر یک از خوشه‌ها اقدام به طراحی نمودار راهبردی گردید تا بلوغ و انسجام هر یک از موضوعات مشخص گردد. مبدأ نمودار با توجه به میانگین مرکزیت و تراکم خوشه‌ها تنظیم شده است.



نمودار ۱. نمودار راهبردی

۳. یافته‌ها

توزیع فراوانی کلیدواژه‌های آموزش مهندسی ایران

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که ۱۶۴۵ کلیدواژه با فراوانی ۲۸۴۹ در ساختار واژگان مقالات فصلنامه آموزش مهندسی ایران در بازهٔ زمانی مورد نظر به کار رفته است. همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود کلیدواژه‌های برنامه درسی، ارزیابی و آموزش عالی به ترتیب با ۷۲، ۵۳ و ۴۵ تکرار بیشترین فراوانی را داشته‌اند.

جدول ۱. کلیدواژه‌های پرتکرار آموزش مهندسی ایران

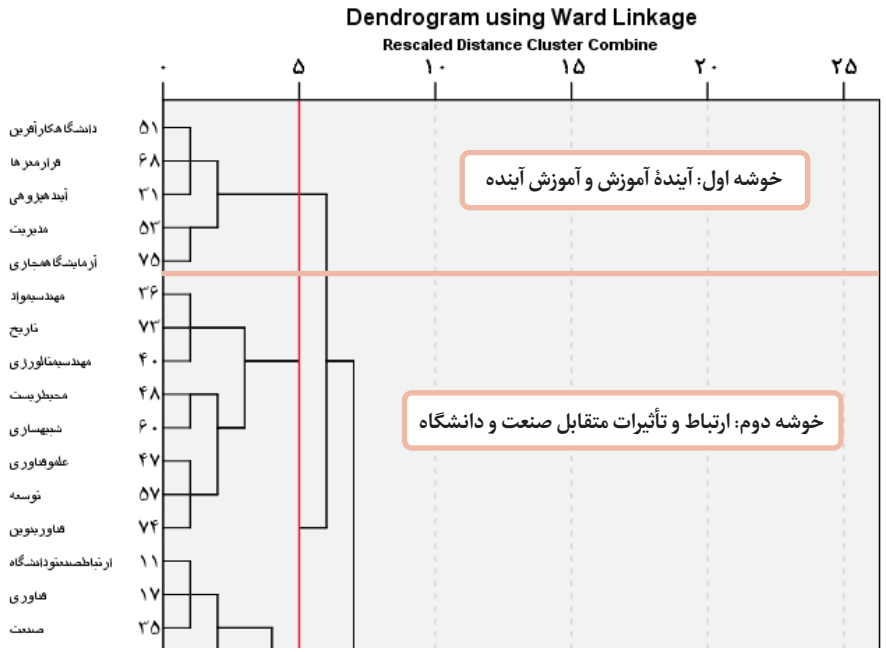
کلیدواژه	فراوانی
برنامه درسی	۷۲
ارزیابی	۵۳
آموزش عالی	۴۵
کیفیت	۴۴
دانشجو	۴۱
فنی و مهندسی	۴۰
یادگیری	۳۸
مهندسی شیمی	۳۶
استاد	۲۸
ایران	۲۷
ارتباط صنعت و دانشگاه	۲۲
مقطع دکتری	۲۰
دانشگاه	۲۰

خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی موضوعات آموزش مهندسی ایران

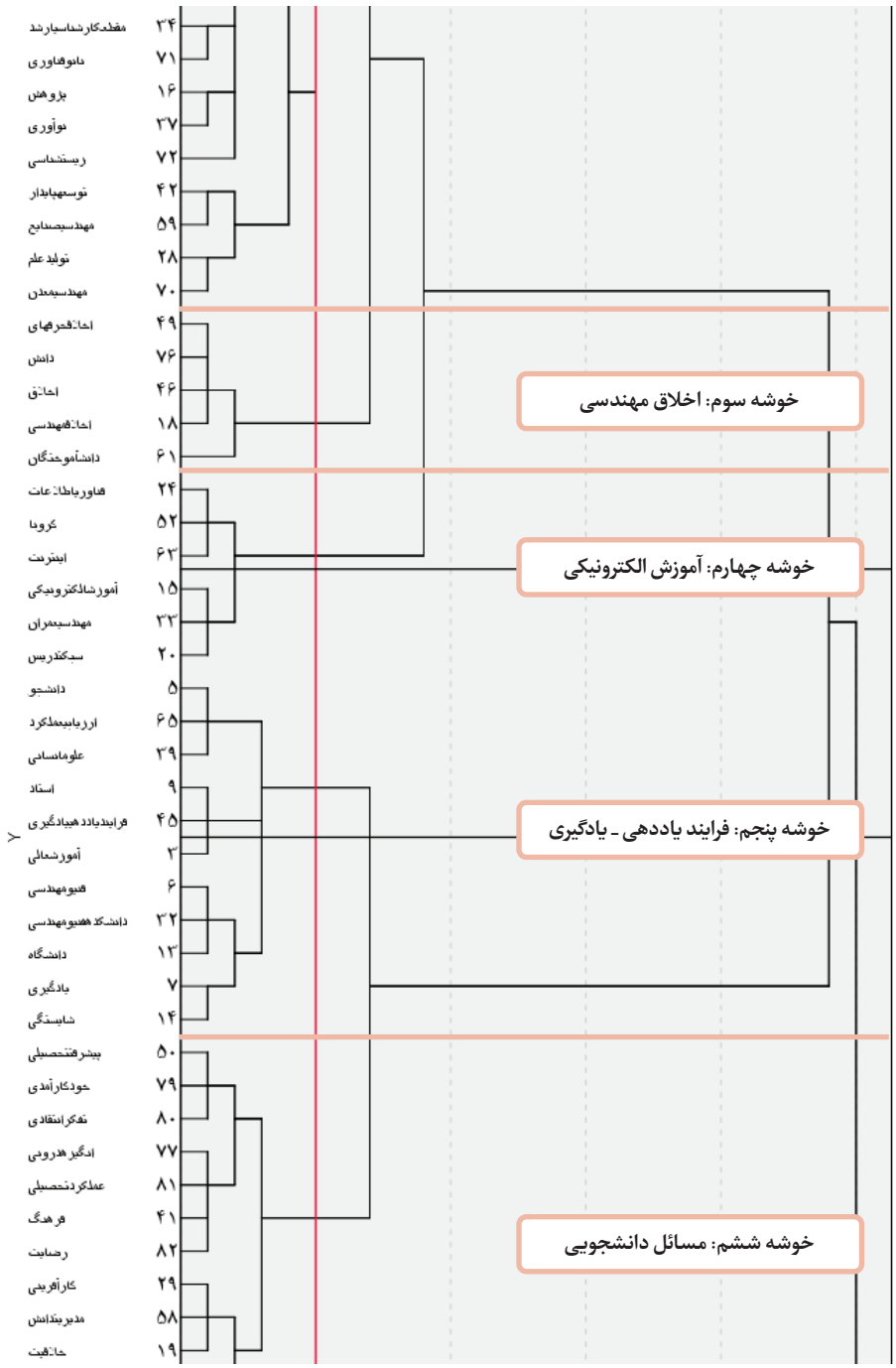
در نمودار سلسله‌مراتبی نخست هر موضوع به عنوان یک شاخه در نظر گرفته می‌شود. سپس کلیدواژه‌هایی که بیشترین شباهت را دارند، دسته‌بندی شده‌اند و این دسته‌های اولیه، خوشه‌های کوچک را تشکیل می‌دهند. در ادامه با کاهش شباهت‌ها، خوشه‌های کوچک‌تر ترکیب و خوشهٔ بزرگ‌تری را شکل می‌دهند. البته ممکن است در بعضی از خوشه‌ها کلیدواژه‌هایی قرار بگیرند که از لحاظ معنایی ارتباط زیادی با محتوای خوشه ندارند. احتمال وقوع این موضوع معمولاً در تحلیل‌های هم‌واژگانی وجود دارد زیرا این کلیدواژه‌های نامرتبط، کلیدواژه‌هایی با فراوانی پایین هستند و نسبت به کلیدواژه‌های اصلی خوشه، چندان تأثیری در نتیجه کار ندارند (Soheili et al., 2016).

بر اساس نمودار ۲، با نظر متخصصان مقدار عددی ۵ به‌عنوان خط مرجع برای دسته‌بندی و نام‌گذاری مقالات فصلنامه آموزش مهندسی ایران در نظر گرفته شد. در نهایت ۸ خوشهٔ موضوعی شکل گرفت. خوشهٔ اول آیندهٔ آموزش و آموزش آینده نام‌گذاری شد که شامل کلیدواژه‌های آینده‌پژوهی، دانشگاه کارآفرین، فرار مغزها، مدیریت و آزمایشگاه مجازی است. خوشهٔ دوم با نام «ارتباط و تأثیر متقابل صنعت و دانشگاه» شامل کلیدواژه‌های ارتباط صنعت و دانشگاه، پژوهش، فناوری، تولید علم، مقطع کارشناسی‌ارشد، صنعت، مهندسی مواد، نوآوری، مهندسی متالورژی، توسعه پایدار، علم و فناوری، محیط زیست، توسعه، مهندسی صنایع، شبیه‌سازی، مهندسی معدن، نانوفناوری، زیست‌شناسی،

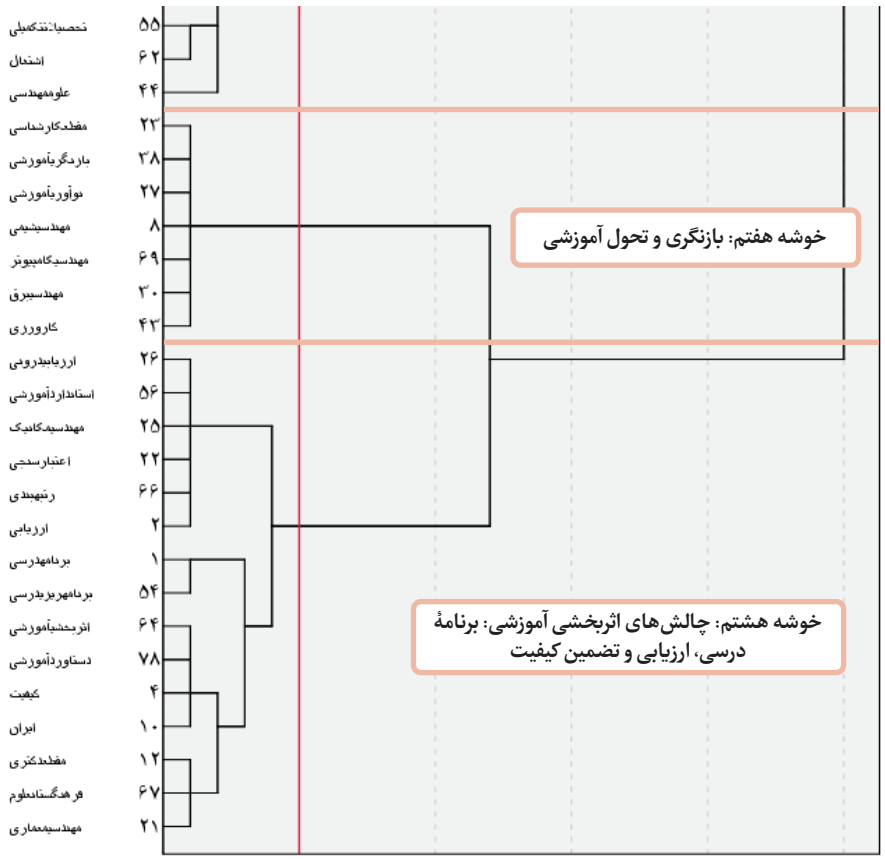
تاریخ، فناوری نوین است. خوشهٔ سوم شامل کلیدواژه‌های اخلاق حرفه‌ای، دانش، اخلاق، اخلاق مهندسی و دانش‌آموختگان است و در نهایت خوشهٔ اخلاق مهندسی نام‌گذاری شد. خوشهٔ چهارم با عنوان آموزش الکترونیکی شامل کلیدواژه‌های فناوری اطلاعات، کرونا، اینترنت، آموزش الکترونیکی، مهندسی عمران و سبک تدریس است. خوشهٔ پنجم به فرایند یاددهی-یادگیری اختصاص دارد و شامل کلیدواژه‌های دانشجو، ارزیابی عملکرد، علوم انسانی، استاد، فرایند یاددهی-یادگیری، آموزش عالی، فنی و مهندسی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه، یادگیری و شایستگی است. خوشهٔ ششم به مسائل دانشجویی می‌پردازد و از کلیدواژه‌های پیشرفت تحصیلی، خودکارآمدی، تفکر انتقادی، انگیزه درونی، عملکرد تحصیلی، فرهنگ، رضایت، کارآفرینی، مدیریت دانش، خلاقیت، تحصیلات تکمیلی، اشتغال و علوم مهندسی تشکیل شده است. خوشهٔ هفتم مربوط به بازنگری و تحول آموزشی است و دربردارندهٔ کلیدواژه‌های مقطع کارشناسی، بازنگری آموزشی، نوآوری آموزشی، مهندسی شیمی، مهندسی کامپیوتر، مهندسی برق و کارورزی است. خوشه هشتم به چالش‌های اثربخشی آموزشی شامل برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت می‌پردازد و شامل کلیدواژه‌های ارزیابی درونی، معیار آموزشی، مهندسی مکانیک، اعتبارسنجی، رتبه‌بندی، ارزیابی، برنامهٔ درسی، برنامه‌ریزی درسی، دستاورد آموزشی، اثربخشی آموزشی، کیفیت، ایران، مقطع دکتری، مهندسی معماری و فرهنگستان علوم است.



نمودار ۲. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی آموزش مهندسی ایران



نمودار ۲. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی آموزش مهندسی ایران (ادامه)



نمودار ۲. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی آموزش مهندسی ایران (ادامه)

ساختار و وضعیت موضوعات فصلنامه آموزش مهندسی ایران بر اساس نمودار راهبردی

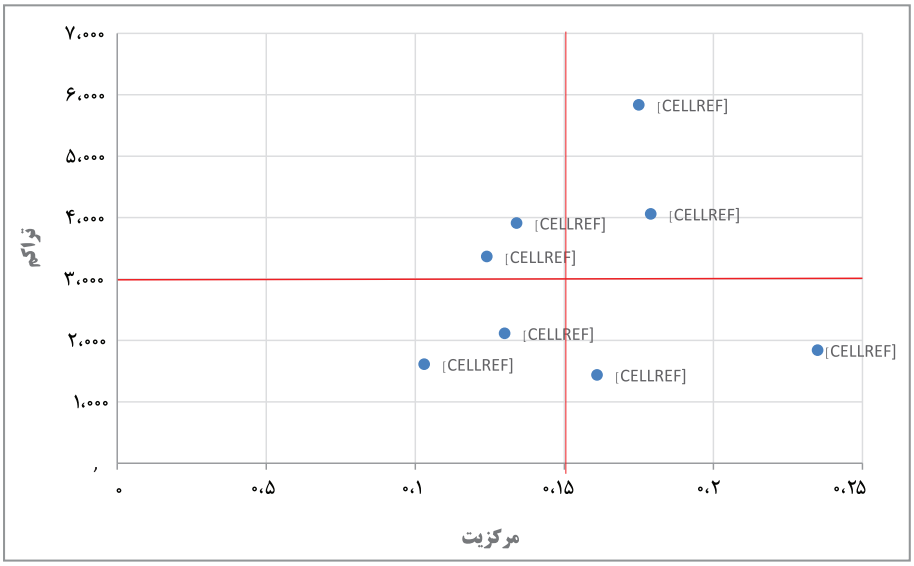
به منظور بررسی میزان بلوغ و توسعه‌یافتگی موضوعات آموزش مهندسی ایران با استفاده از شاخص‌های مرکزیت و تراکم شبکه نمودار راهبردی آن ترسیم شد. برای این منظور ابتدا برای هر یک از خوشه‌های مقالات، به طور جداگانه ماتریس فراوانی و سپس ماتریس همبستگی ایجاد شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار یوسی‌آی‌نت مرکزیت رتبه و تراکم هر یک از خوشه‌ها محاسبه شد. در مرحله بعد بر اساس داده‌های مربوط به مرکزیت و تراکم هر یک از خوشه‌ها اقدام به طراحی نمودار راهبردی گردید تا بلوغ و انسجام هر یک از موضوعات مشخص گردد. مبدأ نمودار با توجه به میانگین مرکزیت و تراکم خوشه‌ها تنظیم شده است. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، خوشهٔ هشتم با نام چالش‌های اثربخشی آموزشی شامل برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت دارای بیشترین تراکم (۵/۸۳۶) و خوشهٔ

سوم با نام اخلاق مهندسی، دارای کمترین تراکم (۱/۴۳۸) هستند. همچنین خوشهٔ اول، آیندهٔ آموزش و آموزش آینده، دارای بیشترین مرکزیت (۰/۲۳۵۹) و خوشهٔ دوم، ارتباطات و تأثیرات متقابل صنعت و دانشگاه، دارای کمترین مرکزیت (۰/۱۰۳۳) هستند. باید توجه داشت که هر چه مرکزیت یک خوشه بیشتر باشد، آن خوشه در جایگاه مهم‌تر و مرکزی‌تری قرار گرفته است. رابطه درونی خوشه‌های مورد مطالعه با میزان تراکم در محور عمودی نشان داده شده است، هر چه تراکم یک خوشه بالاتر باشد، آن خوشه جهت حفظ و توسعه خود از قابلیت بیشتری برخوردار است.

جدول ۲. تراکم و مرکزیت خوشه‌های آموزش مهندسی ایران

خوشه	مرکزیت	تراکم
خوشه اول: آیندهٔ آموزش و آموزش آینده	۰/۲۳۵۹	۱/۸۴۰
خوشه دوم: ارتباط و تأثیرات متقابل صنعت و دانشگاه	۰/۱۰۳۳	۱/۶۱۳
خوشه سوم: اخلاق مهندسی	۰/۱۶۰۶	۱/۴۳۸
خوشه چهارم: آموزش الکترونیکی	۰/۱۲۹۹	۲/۱۱۴
خوشه پنجم: فرایند یاددهی ـ یادگیری	۰/۱۳۴۱	۳/۹۱۱
خوشه ششم: مسائل دانشجویی	۰/۱۷۹۲	۴/۰۵۹
خوشه هفتم: بازنگری و تحول آموزشی	۰/۱۲۴۳	۳/۳۶۶
خوشه هشتم: چالش‌های اثربخشی آموزشی: برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت	۰/۱۷۵۰	۵/۸۳۶
میانگین	**۰/۱۵۵۳**	**۳/۰۲۲**

خروجی نمودار راهبردی آموزش مهندسی ایران (نمودار ۳) بیانگر این است که خوشهٔ ششم، مسائل دانشجویی و خوشهٔ هشتم، چالش‌های اثربخشی آموزشی شامل برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت در منطقهٔ اول قرار گرفته‌اند. این خوشه‌ها به دلیل بالا بودن میزان مرکزیت و تراکم در این منطقه قرارگرفته و به بیانی دیگر موضوعات مرکزی و توسعه‌یافتهٔ این حوزه هستند. خوشه‌های پنجم، فرایند یاددهی-یادگیری و هفتم، بازنگری و تحول آموزشی در منطقهٔ دوم قرار گرفتند. این خوشه‌ها، خوشه‌های محوری نیستند امّا توسعه‌یافته‌اند. خوشه‌های دوم، ارتباط و تأثیرات متقابل صنعت و دانشگاه و چهارم، آموزش الکترونیکی در قسمت سوم قرار می‌گیرند. خوشه‌های سوم به دلیل شاخص مرکزیت و تراکم پایین، از موضوعات حاشیه‌ای هستند و توجه اندکی را به خود جلب می‌کنند. همچنین خوشه اول، آیندهٔ آموزش و آموزش آینده و خوشه سوم، اخلاق مهندسی در منطقهٔ چهارم قرار گرفتند که خوشه‌های محوری هستند اما توسعه‌نیافته‌اند.



نمودار ۳. نمودار راهبردی آموزش مهندسی ایران

۴. بحث

نتایج پژوهش نشان داد که کلیدواژه‌های برنامه درسی، ارزیابی، آموزش عالی، کیفیت، دانشجو، فنی و مهندسی، یادگیری، مهندسی شیمی، استاد، مقطع دکتری، ارتباط صنعت و دانشگاه از جمله کلیدواژه‌های پرتکرار بودند. مطالعهٔ نارونگ و هالینگر (Narong & Hallinger, 2023) نیز نشان داد که کلیدواژه‌های برنامهٔ درسی، آموزش مهندسی و آموزش عالی جز پرتکرارترین کلیدواژه‌ها در حوزهٔ خدمات یادگیری هستند. همچنین مطالعهٔ رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2022) نیز نشان داد که کلیدواژه‌های آموزش عالی، برنامهٔ درسی، دانشگاه، نظام آموزش عالی، دانشجو، ایران و اعضا هیئت علمی جز پرتکرارترین واژگان حوزهٔ آموزش عالی هستند.

همچنین نتایج خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی به شکل‌گیری ۸ خوشه منتج شد که در مطالعات دیگر -گاه با عناوینی یکسان و گاه با عناوین مشابه، مورد تأیید قرار گرفته‌اند. برای مثال الظفری (Alzafari, 2017) در مطالعهٔ خود به خوشه‌های مسائل نظام آموزش (نظام کیفیت، بسترهای آموزشی، نوع یادگیری و سایر موضوعات)، مسائل دانشجویی با عنوان بهبود نظام و مسائلی همانند خدمات و رضایت‌مندی اشاره دارد. رحمتی و کریمی (Rahmati & Karimi, 2022) یادگیری از راه دور را جزء زمینه‌های جدید در حوزهٔ فناوری آموزشی دانستند. لاتو و همکاران (Laato et al., 2022) به خوشه‌های (۱) تدریس و یادگیری (۲) سیاست‌گذاری و مسائل مدیریتی و (۳) سلامت روانی دانشجویان اشاره دارند که به نوعی متناسب با خوشه‌های فرایند یاددهی- یادگیری و مسائل دانشجویی است. همچنین نارونگ و هالینگر

((Narong & Hallinger, 2023 به خوشه‌های آموزش مهندسی و یادگیری مبتنی بر مسئله، ادغام و آزمودن روش‌های تدریس و یادگیری فعال در حوزهٔ خدمات یادگیری اشاره داشتند. گرایی و همکاران (Geraei et al., 2018) به موضوعاتی همانند برنامه‌های درسی، تخصص‌گرایی، آینده‌پژوهی، اشتغال و بازار کار، ارزیابی کیفیت و اعتبارسنجی، آموزش از راه دور اشاره کردند. رجب‌زاده و همکاران (Rajab-zade et al., 2019) به خوشه‌های زیرساخت‌های آموزش الکترونیکی، تئوری‌های یادگیری و مدل‌های فهمیدن، آموزش در فضای مجازی و روش‌های آموزش از راه دور دست یافتند. رحیمی و همکاران (Ra-himi et al., 2022) با تحلیل مطالعات آموزش عالی ایران به چهار خوشهٔ موضوعی راهبردهای آموزش عالی، عوامل مؤثر در بهبود آموزش عالی و عوامل مؤثر بر آن و نظام آموزش عالی دست یافتند.

به منظور بررسی میزان بلوغ و توسعه‌یافتگی موضوعات آموزش مهندسی ایران، با استفاده از شاخص‌های مرکزیت و تراکم، شبکه نمودار راهبردی آن ترسیم شد. خروجی نمودار راهبردی آموزش مهندسی ایران بیانگر این است که خوشه‌های ششم و هشتم در منطقهٔ اول نمودار راهبردی قرار گرفته‌اند. این خوشه‌ها به دلیل بالا بودن میزان مرکزیت و تراکم در این منطقه قرار گرفته‌اند و به بیانی دیگر، موضوعات این حوزه مرکزی و توسعه‌یافتهٔ هستند. توجه به مسائل دانشجویی به عنوان یکی از ارکان اساسی آموزش و ورودی نظام آموزشی همواره از دغدغه‌های سیاست‌گذاران و فعالان عرصهٔ آموزش عالی به طور عام و آموزش مهندسی به طور خاص بوده است. تأملی بر پژوهش‌های منتشرشده بیانگر این است که چهار زیرشاخهٔ فرهنگ، رضایت و انگیزهٔ دانشجویان از نظام آموزشی، عملکرد و پیشرفت تحصیلی آن‌ها، توانمندسازی دانشجویان با شایستگی‌هایی همانند تفکر انتقادی، خودکارآمدی، کارآفرینی، خلاقیت، مدیریت دانش و اشتغال قابل تصور است. این مطالعات در مقاطع مختلف تحصیلی به ویژه تحصیلات تکمیلی در علوم مهندسی مورد توجه قرار گرفته است. خوشهٔ هشتم: چالش‌های اثربخشی آموزشی: برنامهٔ درسی، ارزیابی و تضمین کیفیت نیز در منطقهٔ اول قرار گرفته است. تحلیل جزئی‌تر این خوشه بیانگر نقش مهم فرهنگستان علوم در ارزیابی‌های اثربخشی، به ویژه در مقطع دکتری است که در قالب ویژه‌نامه‌هایی در فصلنامه منتشر شده است. توجه به مقولهٔ برنامهٔ درسی و برنامه‌ریزی درسی و تلاش برای هم‌خوانی میان‌برنامه‌های ارائه‌شده در مقاطع و رشته‌های تحصیلی مختلف و تطبیق محتوای دروس با اهداف و کارکردهای واقعی هر رشته از جمله تلاش‌های پژوهشگران این حوزه بوده است. توجه به کیفیت و اعتبارسنجی نیز بخش دیگری از مطالعات این حوزه است. گاه در قالب تلاش برای ایجاد یک مرکز ملی نمایان شده است و گاه به دنبال اعتبارسنجی دوره‌های مختلف، ارزیابی درونی و اعتبارسنجی دوره‌های مختلف بوده است.

خوشه‌های پنجم: فرایند یاددهی- یادگیری و هفتم: بازنگری و تحول آموزشی در منطقهٔ دوم قرار گرفتند. این خوشه‌ها، خوشه‌های محوری نیستند امّا توسعه‌یافته هستند. ارکان اساسی خوشهٔ فرایند یاددهی- یادگیری را می‌توان دانشجو، استاد، فرایند یاددهی- یادگیری دانست. توجه به مسائل علوم

انسانی در آموزش مهندسی در سال‌های اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است. همخوانی شیوه‌های یاددهی و یادگیری با محیط واقعی کار و رویکردهای یادگیری مسئله‌محور، از دیگر موضوعات مورد توجه پژوهشگران بوده است. خوشهٔ بازنگری و تحول آموزشی دربردارندهٔ کلیدواژه‌های مقطع کارشناسی، بازنگری آموزشی، نوآوری آموزشی، مهندسی شیمی، مهندسی رایانه، مهندسی برق و کارورزی است. می‌توان این‌گونه استنباط کرد که گرایش به بازنگری در ساختار آموزش مهندسی، در رشته‌های مختلف این حوزه وجود داشته است و پژوهشگران تلاش کرده‌اند با الگو گرفتن از کشورهای پیشرفته به بازسازی و تحول آموزشی در این حوزه کمک کنند.

خوشه‌های دوم، ارتباط و تأثیرات متقابل صنعت و دانشگاه و چهارم، آموزش الکترونیکی در قسمت سوم قرار می‌گیرد. خوشه‌های قسمت سوم به دلیل شاخص مرکزیت و تراکم پایین، از موضوعات حاشیه‌ای بوده‌اند و توجه اندکی را به خود جلب کرده‌اند. خوشهٔ ارتباط و تأثیر متقابل صنعت و دانشگاه شامل کلیدواژه‌های ارتباط صنعت و دانشگاه، پژوهش، فناوری، تولید علم، مقطع کارشناسی ارشد، صنعت، مهندسی مواد، نوآوری، مهندسی متالورژی، توسعه پایدار، علم و فناوری، محیط زیست، توسعه، مهندسی صنایع، شبیه‌سازی، مهندسی معدن، نانوفناوری، زیست‌شناسی، تاریخ، فناوری نوین است. همان طور که نتایج نشان داد ارتباطات و تأثیرات متقابل صنعت و دانشگاه، دارای کمترین مرکزیت بودند، این در حالی است که یکی از رسالت‌های اصلی در آموزش مهندسی، پرورش توانایی هر دانشجو برای پل زدن بر مرزهای بین رشته‌ها ایجاد بینش عمیق‌تر و ارتباطات بین دانشگاه و صنعت است. پیچیدگی و درهم‌آمیختگی مشکلات مهندسی، صنعتی، اقتصادی، زیست‌محیطی، سیاسی و اجتماعی، مستلزم وجود افراد دارای مهارت‌های فنی و شایستگی اجتماعی است تا در یک رویکرد یکپارچه، مشکلات را بادقت حل کند و به جستجوی راه‌حل‌های جایگزین برای آن‌ها و مشارکت در کاربرد نهایی آن‌ها بپردازد. به عبارت دیگر، نیاز به تمرکز بر ایجاد یک آموزش جامع به دانشجویان وجود دارد زیرا هسته مهندسی، به عنوان یک حرفه، در ادغام همه دانش‌ها با هدفی نهفته است. هر فراگیر مهندسی برای توسعه تخصص خود نیازمند هزاران ساعت تمرین عمدی است تا دانش مفهومی و مهارت‌های جزئی و همچنین توانایی به‌کارگیری دانش و مهارت‌ها را برای مشکلات واقعی توسعه دهد. در آموزش مهندسی، طراحی و توالی تجارب یادگیری مستلزم چنین تمرین عمدی و ارتباط با صنعت است. آذین (Azin, 2018) معتقد است که در دوران جدید دانشگاه‌ها تلاش می‌کنند با ایجاد شبکه‌ای از صنعت، پژوهش، بخش خصوصی، سرمایه‌گذاران، ارائه‌دهندگان خدمات حرفه‌ای و دانشگاه‌های دیگر از طریق جریان دانش زمینه‌ساز کارآفرینی دانشگاهی مبتنی بر تجاری‌سازی دانش و یافته‌های پژوهشی و آموزش‌های کارآفرینانه در پرتو نوآوری‌های حاصل از پژوهش در تعامل با دنیای پیرامون خود به ایفای نقش مأموریت دانشگاه‌های نسل سوم بپردازند.

خوشهٔ چهارم با عنوان آموزش الکترونیکی، شامل کلیدواژه‌های فناوری اطلاعات، کرونا، اینترنت،

آموزش الکترونیکی، مهندسی عمران و سبک تدریس است. نظر به اینکه آموزش در حال تغییر و نیروی کار در حال تحول و دگرگونی است و نیازهای فناورانه یک اقتصاد جهانی مبتنی بر دانش، ماهیت عملکرد مهندسی را تغییر داده است، لذا به طیف وسیع‌تری از صلاحیت‌ها تا تسلط صرف بر رشته‌های علمی و فنی یا صرفاً یاددهی و یادگیری نیاز است. آگاهی روزافزون از اهمیت نوآوری‌های فناورانه برای رقابت اقتصادی و ایجاد امنیت ملی، اولویت‌های جدیدی را برای آموزش مهندسی می‌طلبد. علاوه بر این با نسل هزاره و نسل Z مواجه هستیم. نسل هزاره که ویژگی اصلی آن‌ها ارتباط قوی با فناوری اطلاعات و ارتباطات است، سبک یادگیری متفاوتی دارد. آنها چندکاره، جستجوگرهای وب و فیلترکننده اطلاعات هستند و با انجام دادن کارها، بهتر یاد می‌گیرند. همچنین، نسل Z (متولد ۱۹۹۵ یا بعد از آن) این تحول را پیش می‌برد. آنها بومی دیجیتال و یادگیرندگانی فعال هستند که با تجربه کردن، بهتر یاد می‌گیرند. بنابراین، خواستار آموزشی هستند که پس از فارغ‌التحصیلی برای آنها مزایای عملی به همراه داشته باشد. لذا بسیاری از مؤسسات آموزش عالی، از اکنون برنامه‌هایی را برای آموزش و تجربه یادگیری الکترونیکی دانشجویان امروزی و آینده تدارک دیده‌اند و زیرساخت‌های چنین آموزشی را در جهت بهبود عملکرد آنها فراهم می‌کنند تا مهندسان جهان آینده را قادر سازند تا هم متناسب با سرشت خود یاد بگیرند و هم چالش‌برانگیزترین نیازهای جهانی را درک و توانایی برآوردن خواسته‌های متناسب با تقاضای روز دنیا را داشته باشند.

همچنین خوشه اول، آیندهٔ آموزش و آموزش آینده و خوشه سوم، اخلاق مهندسی در منطقهٔ چهارم قرار گرفتند که خوشه‌های محوری هستند اما توسعه‌یافته نیستند. انتظار می‌رود این موضوعات در آینده رشد خوبی داشته باشند. لذا به پژوهشگران حوزهٔ آموزش مهندسی پیشنهاد می‌شود که اولویت‌های پژوهشی خود را به حوزه‌های نوظهور اختصاص دهند. اخلاق مهندسی - با کلیدواژه‌های اخلاق حرفه‌ای، دانش، اخلاق، اخلاق مهندسی و دانش‌آموختگان- یکی از عوامل مهمی است که در آموزش مهندسی باید به آن پرداخته شود. همچنین، نسبت به عواقب و پیامدهای صنعت مهندسی، نقش اجتماعی مهندسی و تأثیر تحولات مهندسی بر جامعه بی‌توجهی شده است، لذا نیاز است تلاش‌ها معطوف به این شود که دانشجوی مهندسی را نسبت به تعهدی که یک مهندس باید نسبت به جامعه داشته باشد، آگاه‌تر کنند و دیدگاه او را به گونه‌ای گسترش دهند که جنبه انسانی کار آینده خود را نیز مد نظر قرار دهد.

خوشهٔ اول، آیندهٔ آموزش و آموزش آینده، شامل کلیدواژه‌های آینده‌پژوهی، دانشگاه کارآفرین، فرار مغزها، مدیریت و آزمایشگاه مجازی است. در خصوص آیندهٔ آموزش و آموزش آینده فین و همکاران (Finn et al., 2007) معتقدند که مؤسسات آموزش عالی اگر می‌خواهند در گذر زمان زنده یا اثربخش بمانند، باید به موضوع «چگونگی برنامه‌ریزی برای آینده» توجه کنند. مطالعات آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی از رایج‌ترین روش‌های برنامه‌ریزی برای آینده هستند. توجه به نیروهای پیشران کلیدی درونی و بیرونی

تأثیرگذار بر آموزش مهندسی ایران، تأثیرات متقابل آنها بر یکدیگر و ترسیم سناریوهای محتمل، ممکن و مطلوب و راهبردهای مناسب برای هر یک، می‌توانند مورد توجه ذی‌نفعان این حوزه قرار گیرند. در این فرایند به باور گرایی (Geraei, 2019) باید رویکردی اکوسیرنتیکی را مد نظر قرار داد. به این معنا که لازمهٔ بقای رشته‌های آموزشی سازگاری و ماندگاری در محیط است. ماندگاری به سازش با محیط و سازگاری با گرفتن بازخورد از محیط، وابسته است. وی معتقد است که علاوه بر دریافت بازخورد از محیط، باید یک نظام پیش‌خورد نیز داشت که با مطالعات آینده‌بینانه به تحول رشته کمک کند. همچنین توسعه آموزشی باید به صورت متوازن بین تمام ارکان آموزش مد نظر قرار گیرد و از پرداختن به یک رکن خاص صرف نظر کرد. مسئله‌ای که مهدی و مهدی (Mahdi & Mehdi, 2010) نیز در پژوهش خود به آن اشاره کرده‌اند و راز ارتقای کیفیت آموزش مهندسی را توجه به ارکان چهارگانهٔ نظام یاددهی- یادگیری شامل مدرس، دانشجو، محتوا و فناوری‌های و ابزارهای نوین یاددهی- یادگیری برشمرده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری

در پایان باید گفت اگر چه آموزش مهندسی در طی زمان تغییر و تکامل یافته و به دنبال آمادگی فارغ‌التحصیلان برای رویارویی با چالش‌های هر قرن بوده است اما سازمان‌های ملی و بین‌المللی همچنان خواستار تغییر هستند. تغییرات آتی در آموزش مهندسی باید با تحقیق در مورد فرایندها، محصولات و یادگیری که از توسعه آن پشتیبانی می‌کند، هدایت شود. مطالعه متخصصان در طیف گسترده‌ای از زمینه‌ها، منجر به مشاهدات متعدد در مورد این که چه چیزی متخصصان را متخصص و متناسب با اقتضائات عصر می‌کند و تفاوت آنها با افراد تازه‌کار چیست، می‌شود. برنسفورد و همکاران (Bransford et al., 1999 Litzinger et al., 2011) بر این اعتقادند که این مشاهدات، اهداف آموزش و یادگیری را تعریف می‌کنند. به دنبال این توصیه، نگارندگان این پژوهش، بحث خود را بر تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه آموزش مهندسی در ایران متمرکز نمودند. توجه به این نکته مهم است که منظور این نیست که گفته شود هر موضوع یا تجربه واحدی می‌تواند منجر به توسعه این تخصص شود، بلکه هر موضوع یا تجربه باید تا بیشینه میزان ممکن، زمینه ارتقای یک تخصص را فراهم کند و در رشد به سمت تخصص کمک‌کننده باشد. تجارب و موضوعات پژوهشی مؤثر را آنهایی تعریف می‌کنیم که باعث توسعه درک عمیق سازمان‌یافته پیرامون مفاهیم کلیدی و اصول کلی، توسعه مهارت‌ها (هم فنی و هم حرفه‌ای) و به‌کارگیری دانش و مهارت‌ها برای مشکلاتی که معرف مسائل فعلی مهندسان حرفه‌ای است، می‌شوند. لذا سعی شد این دریافت به دست بیاید که هر موضوع تا چه اندازه مورد بررسی قرار گرفته است و آیا با توجه به اهمیت موضوعات متعدد در عصر فعلی، این رشد در حوزه پژوهش هم قابل مشاهده است یا خیر.

References

- Abedi Jafari, H., Abooei Ardakan, M., & Aghazadeh deh deh, F. (2010). Process model for mapping science. *Rahyaft*, *20* (46), 45-52. [in persian].
- Alzafari, K. (2017). Mapping the literature structure of 'quality in higher education' using co-word analysis. *Quality in Higher Education*, *23* (3), 264-282.
- Azin, R. (2018). An integrated model for education, research and innovation for collaboration of third generation university's with industry. *Iranian Journal of Engineering Education*, 20(78), 77-92. [in persian].
- Black, K. M. (1994). An industry view of engineering education. *Journal of Engineering Education*, *83* (1), 26-28.
- Bordogna, J., Fromm, E., & Ernst, E. W. (1993). Engineering education: innovation through integration. *Journal of Engineering Education*, *82* (1), 3-8.
- Borri, C., Guberti, E., & Maffioli, F. (2007). Socrates thematic networks: contributions to mutual knowledge and recognition of engineering education in Europe. In *"International Conference on Engineering Education, ICEE 2007"* (pp. 1-4).
- Buckley, J., Trevelyan, J., & Winberg, C. (2022). Perspectives on engineering education from the world of practice. *European Journal of Engineering Education*, *47* (1), 1-7.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). The CDIO approach. In. *Rethinking engineering education*. Springer, Cham.
- Crawley, E., Cha, J., Malmqvist, J., & Brodeur, D. (2008). The context of engineering education. In *Proceedings of the 4th International CDIO Conference, Gent, Belgium*.
- Delaine, D. A., Cukierman, U., Kandakatla, R., Morell, L., & DeBoer, J. (2016). Leveraging professional networks for an equitable, smart society-a case study on the international federation of engineering education societies. In *engineering education for a smart society* (pp. 237-252). Springer, Cham.
- Felder, R. M. (2012). Engineering education: a tale of two paradigms. *Shaking the Foundations of Geo-Engineering Education*, 9-14.
- Finn, A., Ratcliffe, J., Sirr, L. (2007). University futures: the direction, shape and provision of higher education in the university of the future (Rep.). Dublin: Dublin Institute of Technology. Avaliable at: http://arrow.dit.ie/beschrecrep.edu.
- Geraei E. (2019). Eco-cybernetics approach to knowledge and information science education in Iran. *Research on Information Science and Public Libraries*, 25 (1), 15-41.
- Geraei E., Heidari, GH. R., Kokabi, M. (2018). A bibliographic approach to fundamental issues of knowledge and information science education in Iran. *Research on Information Science and Public Libraries*, 24 (1), 51-80.
- Grayson, L. P. (1980). A brief history of engineering education in the United States. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, (3), 373-392.
- He, Q. (1999). Knowledge discovery through co-word analysis. *Library Trends*, 48 (1): 59-133.
- Hernandez-de-Menendez, M., & Morales-Menendez, R. (2019). Technological innovations and practices in engineering education: a review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, *13* (2), 713-728.
- Laato, S., Farooq, A., Vilppu, H., Airola, A., & Murtonen, M. (2022). Higher education during lockdown: literature review and implications on technology design. *Education Research International*. Avaliable at: https://www.hindawi.com/journals/edri/2022/7201043/.
- Lashgari, L (2019). Research process with emphasis on the concept of educational management in the field of nursing: a scientometric study. *CJS*, 6 (2), 57-65.
- Litzinger, T., Lattuca, L. R., Hadgraft, R., & Newstetter, W. (2011). Engineering education and the development of expertise. *Journal of Engineering Education*, *100* (1), 123-150.
- Lowe, D., Goldfinch, T., Kadi, A., Willey, K., & Wilkinson, T. (2022). Engineering graduates professional formation: the connection between activity types and professional competencies. *European Journal of Engineering Education*, *47* (1), 8-29.
- Lucena, J., Downey, G., Jesiek, B., & Elber, S. (2008). Competencies beyond countries: the re-organization of engineering education in the United States, Europe, and Latin America. *Journal of Engineering Education*, *97* (4), 433-447.
- Mahdi, R., & Mehdi, M. (2010). Increasing the quality of instruction in engineering courses through two

development of the fourth element of teaching-learning system. *Iranian Journal of Engineering Education*, 11(44), 17-35. [in persian].
- Moral-Munoz, J.A.; Carballo-Costa, L.; Herrera-Viema, E.; Cobo, M.J. (2019). Producatoin trends, collaboration, and main topics of the integrative and complementary oncology area: a bibliometric anlysis. *Integr Cancer Ther*, 18.
- Najjar Lashgari, S., Zarei, H., Khalkhali, A., & Pali, S. (2023). Mapping the intellectual structure in the field of educational management in Iran: co-word analysis. *Scientometrics Research Journal*, 9 (1), 387-408.
- Narong, D. K., & Hallinger, P. (2023). A keyword co-occurrence analysis of research on service learning: conceptual foci and emerging research trends. *Education Sciences*, *13*(4), 339.
- Rahimi, S., Soheili, F., & Sharafi, N. (2022(. Knowledge structure of Iranian higher education studies based on co-word network analysis in ISC database. *Journal of Higher Education Curriculum Studies*, 12 (24), 313 -331.
- Rahmati, R., & Karimi, A. (2022). Scientometrics mapping of educational technology (1999-2022). *Quarterly of Iranian Distance Education Journal*, 4(1), 98-110.
- Rajabzade, S., Ekrami, M., Soheili, F., & Maleki, H. (2019). Intellectual structure of distance education domain by co-citation analyses. *Research in School and Virtual Learning*, 6(4), 107-121.
- Ramirez-Mendoza, R. A., Morales-Menendez, R., Iqbal, H., & Parra-Saldivar, R. (2018). Engineering education 4.0:-proposal for a new curricula. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1273-1282). IEEE.
- Rodrigues, R. A. B., Paul, J. W., & Cicek, J. S. (2021, July). Entering the discipline of engineering education research: a thematic analysis. In *2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access*.
- Sedighi, M. (2015). Using of co-word analysis method in mapping of the structure of scientific fields (case study: the field of informetrics). *Iranian Journal of Information Processing and Management*, *30* (2), 373-396.
- Segalàs Coral, J. (2009). *Engineering education for a sustainable future*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Soheili, F., Shaban, A., Khase, A. (2016). Intellectual structure of knowledge in information behavior: a co-word analysis. *Human Information Interaction*, 2 (4), 21-36.

احسان گرایی: دانشیار علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه لرستان است. ایشان مدرک دکترای تخصصی خود را در سال ۱۳۹۵ اخذ نموده است و در حوزه‌های آینده‌نگاری آموزشی عالی، مدیریت دانش، علم‌سنجی و رفتار اطلاعاتی فعالیت دارد.

افسانه عبدلی: دکتری فلسفه تعلیم و تربیت از دانشگاه فردوسی مشهد، استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه لرستان است و به عنوان عضو هیئت علمی تمام‌وقت در دانشگاه لرستان فعالیت دارد. زیبایی‌شناسی هنر، تخیل، فلسفه و تعلیم و تربیت از حوزه‌های پژوهشی موردعلاقه ایشان است.

بررسی رابطهٔ بین روش تدریس، انگیزش و یادگیری دانشجویان (مقایسه‌ای بین دانشجویان مهندسی و غیرمهندسی)

امید مهدیه[۱]، داود عباسی[۲] و معصومه سلمانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۶

DOI: 10.22047/ijee.2023.399415.1982

چکیده: یادگیری و انگیزش دانشجویان همواره از موضوعات مهم در آموزش عالی بوده‌اند و عوامل مؤثر بر آنها به شیوه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر روش تدریس بر انگیزش و یادگیری دانشجویان انجام شده است. تحقیق به صورت پیمایشی و در بین دانشجویان دانشگاه زنجان انجام شد. داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه به صورت حضوری و برخط جمع‌آوری شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS 22 و Smart PLS 3 استفاده شد. یافته‌ها نشان داد در کل، رابطهٔ معناداری بین متغیرها وجود دارد ولی این همبستگی در دانشکده‌های علوم و کشاورزی معنادار نبود. همچنین روش تدریس تأثیر معناداری بر انگیزش و یادگیری دانشجویان داشت. به علاوه، انگیزش نقش میانجی را در رابطه بین روش تدریس و یادگیری دانشجویان ایفا می‌کرد. نتایج آزمون میانگین نشان داد که تفاوت معناداری در متغیرهای پژوهش در بین دانشجویان دختر و پسر وجود ندارد. به علاوه، مدل تحقیق در بین دانشجویان دانشکده‌های مهندسی با دانشکده‌های علوم انسانی و علوم، تنها در یک مسیر (تأثیر روش تدریس بر انگیزش) تفاوت معناداری داشت.

واژگان کلیدی: روش تدریس، انگیزش، یادگیری، دانشجویان مهندسی

۱- استادیار گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول). mahdieh@znu.ac.ir.
۲- استادیار گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. d.abbasi@znu.ac.ir.
۳- کارشناسی ارشد مدیریت منابع انسانی، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
m.salmani@znu.ac.ir

۱. مقدمه

تحولات دنیای امروزی با شتاب پیش می‌رود و بر تمامی ابعاد زندگی بشر تأثیر به سزایی می‌گذارد. پیچیدگی مشاغل و تغییرات علمی با چالش‌های جدید و جهان رقابتی در تمامی ابعاد اجتماع، آن چنان در حال افزایش هستند که باید برای تعلیم و تربیت نسل جدید از رویکردهای نوین بهره برد (Shabani, 2014). با وجود این سرعت در پیشرفت و توسعه، به ویژه در حوزه آموزش، باید به دنبال راهکارهایی بود که سرعت یادگیری را با سرعت پیشرفت همگام سازد زیرا یادگیری است که انسان را به درجات عالی رشد می‌رساند تا بتواند به توانایی‌ها و استعدادهای خود فعلیت بخشد (Zamani et al., 2018). در عصر حاضر باید دانشجویان را به صورت فعال و متفکر در فرایند یاددهی- یادگیری دخالت داد که از اساسی‌ترین موضوعات تعلیم و تربیت است (Sockett, 1988). یادگیری، فرایندی است که شامل کسب اطلاعات و عقاید نوین، مهارت‌ها و توانایی‌های جدید، رفتار و عادت‌های نو است (Saif, 2001). لازم است دانشگاه، دانشجویان را از طریق فعالیت‌های متفکرانه، تقویت قدرت استدلال و تفکر و توانایی حل مسئله به صورت خودراهبر جهت انجام مسئولیت‌های حرفه‌ای و اقدامات فردی و گروهی در آینده آماده نماید. بنابراین دانشجویان در آینده خواهند توانست جامعه‌ای متحول و خلاق ایجاد نمایند، به صورتی که در برخورد با تحولات عظیم و پدیده‌های پیچیده جهانی از لحاظ دانش و فناوری، استوار و پابرجا بمانند (Salehi, 2001).

اهمیت و رسالت دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به عنوان مهم‌ترین رکن توسعه علمی کشور بر کسی پوشیده نیست (Mahdieh, 2021) و عوامل متعددی بر عملکرد آن تأثیرگذار است. در این زمینه، یادگیری دانشجویان در آموزش عالی بسیار حائز اهمیت است. بنابراین نظام دانشگاهی باید همواره مطلوبیت عوامل درونداد، فرایند و برونداد خود را مورد قضاوت قرار دهد و به بهبود امور آموزشی، پژوهشی و عرضه خدمات تخصصی به جامعه بپردازد (Rahmani et al., 2008). از طرف دیگر در حال حاضر، جامعه نیاز به افراد باانگیزه و خلاق دارد. در واقع انگیزه عامل بهره‌گیری از استعدادهای بالقوه است (Sockett, 1988). انگیزش عامل اساسی در موفقیت فردی و حتی گروهی به شمار می‌آید. انگیزش را می‌توان هیجان درونی تعریف کرد که از طریق نیازها، خواسته‌ها و تمایلات فرد ناشی می‌شود و باعث می‌شود وی توان و انرژی جسمانی و ذهنی خود را صرف رسیدن به اهداف مورد انتظار کند (Kondalkar, 2007). انگیزش به طور عام، نقش مهمی را در فرایند یادگیری ایفا می‌کند و انگیزش بیرونی به طور خاص، نقش میانجی را در رابطه بین انگیزش درونی و یادگیری ایفا می‌کند (Mahdieh, 2018). عدم توجه به انگیزش در طراحی آموزش باعث کاهش کیفیت یادگیری و درگیر نشدن یادگیرنده با موضوع آموزش می‌شود (Brophy, 2013).

طبق نظریه یادگیری اجتماعی (Baldwin et al., 2008)، علاوه بر عوامل درونی، عوامل بیرونی نیز بر یادگیری دانشجویان تأثیرگذار هستند. روش تدریس یکی از این عواملی است که از مؤلفه‌های اساسی در بهبود یادگیری و تدابیر منظم برای رسیدن به هدف به شمار می‌رود (Mahmoudi Sahebi et al., 2013).

از طرف دیگر، با عنایت به پیچیدگی‌های روزافزون فرایند یادگیری، ایجاد فضای مناسب جهت یادگیری مطلوب چندان ساده به نظر نمی‌آید و استفاده از روش‌ها، ابزارها، فناوری‌ها و فنون جدید را می‌طلبد. بنابراین گزینش راهکارهای آموزش و روش‌های تدریس اثربخش، نیازمند تفکر و پژوهش مناسب است (Johnson & Mighten, 2005). هدف اصلی امر آموزش ایجاد یادگیری در دانشجویان است و این امر با عمل تدریس اتفاق می‌افتد. عمل تدریس سلسله فعالیت‌های مرتب، منظم، هدف‌دار و ازپیش‌طراحی‌شده است، فعالیتی که هدفش ایجاد شرایط مطلوب یادگیری است. به عبارت دیگر، تدریس عبارت است از تعامل یا رفتار متقابل معلم و شاگرد، براساس طراحی منظم و هدف‌دار معلم برای ایجاد تغییر در رفتار شاگرد (Saif, 2001). کارایی روش‌های آموزشی یکی از مهم‌ترین معیارهای هر نظام آموزشی به شمار می‌رود و باید بسته به شرایط آموزشی، از انواع روش‌های تدریس استفاده شود تا بتوان به کارایی مد نظر دست یافت. بدین منظور لازم است مدرس آگاهی و شناخت کامل از انواع روش‌های تدریس داشته باشد تا در موقعیت‌های مختلف، برای نیل به مقاصد آموزشی، آزادی عمل بیشتری داشته باشد (Shabani, 2014). در همین راستا تحقیق حاضر به دنبال یافتن پاسخ این سؤال است که روش تدریس، با توجه به نقش میانجی انگیزش دانشجویان، تا چه اندازه بر یادگیری آنها تأثیرگذار است؟

۲. مبانی نظری

۲-۱. روش تدریس

آموزش فرایند دوسویه یاددهی- یادگیری اطلاعات، مهارت‌ها و نگرش‌های مثبت دربارهٔ موضوعی است که متناسب با گروه سنی خاص و در شرایط زمانی معین به اجرا در می‌آید (Kaki, & Alizadeh Monfared, 2021). روش تدریس نقش مؤثری در فرایند آموزش ایفا می‌کند. روش تدریس را می‌توان به رویکردهای استادمحور (سنتی)، دانشجومحور و مشارکتی طبقه‌بندی کرد. در روش استادمحور، دانشجویان اطلاعات را از استاد کسب می‌کنند. سطح تعامل با موضوع تدریس شده در این رویکرد کمینه و در کل به صورت نظری و حفظی است. در نتیجه، ممکن است علاقه دانشجویان از بین برود و یادگیری کمی حاصل شود. در سال‌های اخیر از رویکرد دانشجومحور برای ایجاد علاقه، تحقیقات تحلیلی، و تفکر انتقادی استفاده شده است. این روش تدریس مؤثرتر ارزیابی می‌شود زیرا جریان دانش را از استاد به دانشجو متمرکز می‌کند. همچنین باعث تقویت رفتار هدف‌محور در بین دانشجویان می‌شود به همین دلیل در بهبود پیشرفت دانشجویان بسیار مؤثر است. در روش مشارکتی، دانشجویان ترغیب می‌شوند تا به جای این که استاد، انتقال اطلاعات به آنها را در انحصار خود داشته باشد، فعالانه به دنبال کسب دانش باشند. کاربرد این روش نیز در بهبود عملکرد تحصیلی دانشجویان مؤثر است (Munyaradzi, 2013). یافته‌های مطالعهٔ (Kamran et al., 2023) نشان داد، روش تدریس مشارکتی (تعاملی) باعث ارتقای مهارت‌های تفکر انتقادی، همکاری، مشارکت فعال و خودکارآمدی دانشجویان می‌شود.

۲-۲. انگیزش

انگیزش تحصیلی که عبارت است از محرک شناختی و رفتاری برای دستیابی به اهداف تحصیلی، به عنوان عاملی کلیدی برای کسب موفقیت شناخته شده است. دانشجویانی که انگیزه بالایی دارند، به طور فعالانه در فعالیت‌های آموزشی مشارکت می‌کنند. انگیزه تحصیلی با طیفی از معیارهای تحصیلی موفقیت مرتبط است (Kotera et al., 2023). طبق نظریه خودتعیین‌گری[1] (خودمختاری)، انگیزش به صورت درونی (برانگیخته از رضایت یا لذت)، بیرونی (با انگیزه عوامل بیرونی یا ابزاری) یا فقدان انگیزش مفهوم‌سازی می‌شود (Ryan & Deci, 2017). لذت، علاقه و تمایل به درگیرشدن مجدد با فعالیت را می‌توان به عنوان معیارهای انگیزش درونی در نظر گرفت (Zheng et al., 2023). انگیزه درونی معمولاً نشان‌دهنده انجام یک فعالیت یادگیری به خاطر علاقه و لذت ذاتی آن است در حالی که رفتار مبتنی بر انگیزه بیرونی، رفتاری را نشان می‌دهد که ناشی از احتمالات بیرونی از قبیل پاداش‌ها، تنبیه‌ها و ضرب‌الاجل‌ها است. به طور کلی، انگیزه بیرونی در محیط‌های آموزشی با کسب رضایت استاد، کسب نمرات خوب یا وابستگی شدید به استاد برای راهنمایی مشخص می‌شود (Gan et al., 2023).

۲-۳. یادگیری

یادگیری تغییر نسبتاً دائمی در رفتار مبتنی بر تمرین یا تجربه است. نکتهٔ جالب در مورد یادگیری این است که می‌توان چیزی را یاد گرفت و آن را در ذهن خود بدون تغییر رفتار ذخیره کرد. در این حالت، دانش جدید در قسمت فوقانی مغز ذخیره می‌شود اما هنوز عملی نشده است. تا زمانی که یادگیری صورت نگیرد، تعداد کمی از افراد قادر خواهند بود وظایف خود را به صورت رضایت‌بخش انجام دهند. یادگیری به روش‌های مختلف از جمله الگوبرداری و شکل‌دهی به رفتار و همچنین از طریق یادگیری شناختی محقق می‌شود (DuBrin, 2019).

یادگیری فعالیتی است که همواره توسط انسان انجام می‌شود و تداوم این فعالیت از دوران کودکی تا بزرگسالی و پیری، مطابق با اصول یادگیری مادام‌العمر است (Ardiansyah et al., 2023). هنگامی که یک هدف یادگیری بالا بر اساس شناسایی و کشف تعداد معینی از راه‌ها برای حل تکلیف تعیین می‌شود، عملکرد به طور چشمگیری بالاتر از زمانی است که از افراد خواسته می‌شود تا بهترین کار خود را انجام دهند یا یک هدف برای نتیجه عملکرد تعیین کنند. زیرا تحقق یادگیری مستلزم آن است که افراد بر درک وظیفه‌ای که از آنها خواسته می‌شود، تمرکز کنند و برنامه‌ای برای اجرای صحیح آن ایجاد کنند (Latham, 2023). مطالعات نشان داده است که عملکرد یادگیری با انگیزه یادگیری و احساسات تحصیلی (Zhu et al., 2022) و همچنین روش‌ها و راهبردهای تدریس مرتبط است (Akhmad et al.,

1- Self-determination theory

2022; Khozaei et al., 2022). نتیجهٔ مطالعهٔ لو و همکاران (Lo et al., 2022) نیز حاکی از تأثیر چشمگیر انگیزش بر یادگیری دانشجویان است.

۲-۴. پیشینه تحقیق

تحقیقات مختلفی در داخل و خارج کشور راجع به روش تدریس، انگیزش و یادگیری انجام شده است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

مرادی دولیسکانی و همکاران (Moradi Doliskani et al., 2021) با استفاده از روش شبه‌آزمایشی به بررسی تأثیر روش تدریس بر راهبردهای یادگیری و انگیزش پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که آموزش کلاس معکوس موجب افزایش راهبردهای یادگیری خودتنظیمی، انگیزش و مؤلفه‌های آنها در گروه آزمایش شد.

نوروزی و همکاران (Nowruzi et al., 2019) تأثیر آموزش پیوندی بر انگیزش را مورد تحقیق قرار دادند. یافته‌های آنها نشان داد روش آموزش با کمک رایانه با قابلیت چندرسانه‌ای، چند حس را هم‌زمان در فرایند تجربه به کار می‌گیرد و بر انگیزش تأثیر دارد. از سوی دیگر، انگیزه برای یادگیری به‌عنوان یک عامل حیاتی در پیشرفت تحصیلی و دستیابی به موفقیت در فعالیت‌های مدرسه محسوب می‌شود.

نتایج پژوهش مهدیه (Mahdieh, 2018) نشان داد انگیزش درونی دانشجویان تأثیر مستقیم و معناداری بر انگیزش بیرونی و یادگیری آنها دارد ولی تأثیر انگیزش بیرونی بر یادگیری معنادار نبود. همچنین انگیزش بیرونی نقش میانجی را در رابطه بین انگیزش درونی و یادگیری ایفا می‌کند.

عجم و همکاران (Ajam et al., 2013) به بررسی نقش انگیزش تحصیلی و مهارت‌های رایانه‌ای دانشجویان بر دیدگاه آنها نسبت به رویکرد یادگیری ترکیب پرداختند. نتایج نشان داد دانشجویان دیدگاه موافقی نسبت به رویکرد یادگیری ترکیبی داشتند. جنسیت دانشجویان بر دیدگاه آنها نسبت به یادگیری ترکیبی تأثیری نداشت. مقدار انگیزش بیرونی دانشجویان زن بیشتر از دانشجویان مرد بود و متغیرهای مهارت رایانه‌ای، انگیزش درونی و انگیزش بیرونی پیش‌بینی‌کننده‌های مناسبی برای دیدگاه دانشجویان نسبت به رویکرد یادگیری ترکیبی است.

احمدی و عبدالملکی (Ahmadi & Abdolmaleki, 2012) تأثیر روش آموزش بر خلاقیت و انگیزه پیشرفت دانش‌آموزان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد رویکرد اکتشافی، بر خلاقیت و انگیزه پیشرفت دانش‌آموزان مؤثر بود. تحلیل کوواریانس چندمتغیره نیز نشان داد رویکرد اکتشافی، بر خلاقیت و انگیزه پیشرفت دانش‌آموزان تأثیر مثبت داشت.

کانگ و ژانگ (Kang & Zhang, 2023) به بررسی تأثیر روش تدریس برخط و سنتی بر یادگیری پرداختند. نتایج نشان داد که آموزش برخط در مقایسه با تدریس سنتی، به طور مؤثری تعامل و انگیزه یادگیری دانشجویان را بهبود می‌بخشد و همچنین اهمال‌کاری و سرقت ادبی را کاهش می‌دهد.

احمد و همکاران (Akhmad et al., 2022) به بررسی تأثیر روش تدریس (عملی و نظری) و انگیزش بر یادگیری پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش شبه‌آزمایشی به این نتیجه رسیدند که روش تدریس و یادگیری، تأثیر معناداری بر یادگیری دارد. یافته‌های آنها نشان داد که یادگیری در دانشجویان با انگیزه بالا که با استفاده از راهبرد عملی[1] آموزش داده شده بودند، بهتر از دانشجویانی بود که با استفاده از راهبرد یادگیری نظری[2] آموزش داده شدند.

عرب خزاعی و همکاران (Khozaei et al., 2022) با استفاده از روش شبه‌آزمایشی، به بررسی تأثیر روش تدریس بر یادگیری و انگیزش دانشجویان پرداختند. نتایج آنها نشان داد که تفاوت معناداری بین نمره یادگیری دانشجویان دو گروه آزمایش و واپایش وجود دارد. به عبارت دیگر روش تدریس بر انگیزش و یادگیری تأثیرگذار است.

موتهیگ و همکاران (Muthik et al., 2022) به بررسی اثربخشی انگیزه یادگیری دانشجویان بر پیامدهای یادگیری با استفاده از مدل یاددهی-یادگیری متقابل پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش شبه‌آزمایشی به این نتیجه رسیدند که انگیزش دانشجویان تأثیر معناداری بر یادگیری آنها دارد.

لین و همکاران (Lin et al., 2018) پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر روش یادگیری و انگیزش بر عملکرد یادگیری، در زمینه سامانه شبیه‌سازی کسب و کار انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که تفاوت در عملکرد یادگیری دانش‌آموزان بین حالت فردی و حالت مشارکتی معنادار بود. با این حال، انگیزه یادگیری تأثیر قابل توجهی بر عملکرد یادگیری نداشت. علاوه بر این، انگیزه یادگیری، تعدیل‌کننده مهمی برای تأثیر روش یادگیری بر عملکرد یادگیری بود.

لین و همکاران (Lin et al., 2017) به بررسی تأثیر روش تدریس دیجیتالی و سنتی بر یادگیری پرداختند. نتایج نشان داد یادگیری دیجیتالی نسبت به آموزش سنتی، تأثیرات مثبت بهتری بر انگیزش و یادگیری دارد. انگیزش نیز تأثیر مثبت معناداری بر یادگیری دارد.

سوگیتا مک‌اِوُن و تاکه‌ئوچی (Sugita McEown, & Takeuchi, 2014) به بررسی راهبردهای انگیزشی در کلاس‌های درس زبان انگلیسی پرداختند. بر اساس تحلیل خوشه‌ای، دو خوشه مجزا در نمونه دانش‌آموزان یافت شد: خوشه الف) دانش‌آموزان با مهارت انگلیسی بالا و شدت انگیزه بالا و خوشه ب) دانش‌آموزانی با تسلط پایین به زبان انگلیسی و شدت انگیزه پایین. نتایج نشان داد که دو خوشه مذکور، از نظر رابطه بین فراوانی استفاده از راهبرد انگیزشی توسط معلمان و انگیزه دانش‌آموزان به جز در مورد دو راهبرد انگیزشی، روند مشابهی از خود نشان ندادند. بین برخی راهبردها همبستگی معناداری وجود داشت در حالی که بین برخی دیگر هیچ همبستگی‌ای وجود نداشت.

پراسپرو و همکاران (Próspero et al., 2012) پژوهشی با عنوان تأثیر انگیزش بر پیشرفت تحصیلی

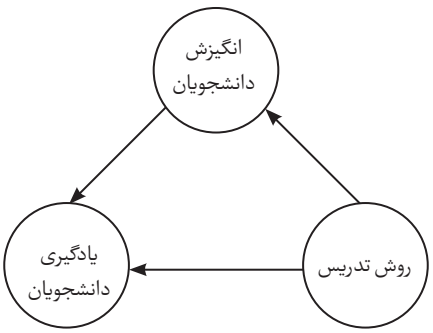
1- Contextual teaching-learning strategy
2- Expository learning strategy

انجام دادند. این مطالعه به بررسی تفاوت انگیزه‌های آموزشی در بین دانش‌آموزان اسپانیایی و غیراسپانیایی پرداخت. نتایج مطالعه نشان داد که انگیزش درونی به طور عام و انگیزه بیرونی به طور خاص، بر پیشرفت تحصیلی (یادگیری) مؤثر بودند.

کیندت و همکاران (Kyndt et al., 2010) به بررسی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم انگیزش بر رویکردهای یادگیری دانش‌آموزان پرداختند. نتایج در مورد تأثیر مستقیم انگیزه نشان داد که انگیزه استقلال به طور مثبت با رویکرد عمیق یادگیری و به طور منفی با رویکرد سطحی یادگیری مرتبط است.

۳. مدل مفهومی و فرضیه‌های تحقیق

یادگیری، فرایندی است که شامل کسب اطلاعات و عقاید نوین، مهارت‌ها و توانایی‌های جدید، رفتار و عادت‌های نو است (Saif, 2001) و طبق نظریه یادگیری اجتماعی بندورا، تحت‌تأثیر عوامل فردی و محیطی قرار دارد (Baldwin et al., 2008). در این تحقیق روش تدریس به عنوان عامل محیطی و انگیزش و یادگیری دانشجویان به عنوان عامل فردی در نظر گرفته شده است. مدل تحقیق در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق

بر اساس مدل مفهومی و با توجه به نمونهٔ آماری می‌توان فرضیه‌های تحقیق را به شرح زیر مطرح کرد:

۱. روش تدریس، تأثیر معناداری بر انگیزش دانشجویان دارد.
۲. روش تدریس، تأثیر معناداری بر یادگیری دانشجویان دارد.
۳. انگیزش دانشجویان، تأثیر معناداری بر یادگیری آنها دارد.
۴. انگیزش، نقش میانجی را در رابطهٔ بین روش تدریس و انگیزش دانشجویان ایفا می‌کند.
۵. تفاوت معناداری بین متغیرهای پژوهش بر حسب دانشکده وجود دارد.
۶. تفاوت معناداری بین مدل پژوهش بر حسب جنسیت وجود دارد.
۷. تفاوت معناداری بین مدل پژوهش بر حسب دانشکده وجود دارد.

۴. روش پژوهش

تحقیق حاضر بر حسب هدف از نوع کاربردی است که به صورت پیمایشی انجام شده است. دانشجویان دانشگاه زنجان به عنوان جامعه آماری تحقیق انتخاب شدند. برای سنجش روش تدریس از پرسش‌نامه عطایی و پنجه‌پور (Ataei & Panjehpour, 2015)، برای سنجش انگیزش از پرسش‌نامه دانکن و مک‌کیچی (Duncan & McKeachie, 2005) و برای سنجش یادگیری از پرسش‌نامه مهدیه (Mahdieh, 2018) استفاده شد. در طراحی پرسش‌نامه‌ها، از طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت (۱= خیلی کم تا ۵= خیلی زیاد) استفاده شد. روایی پرسش‌نامه با استفاده از روایی محتوا و پایایی آن، با استفاده از روش آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (جدول ۱) تأیید شد. پرسش‌نامه‌ها به صورت حضوری و برخط در بین اعضای نمونه، توزیع و در نهایت ۲۶۲ پرسش‌نامه جمع‌آوری شد و در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 و SmartPLS 3 انجام شد. پرسش‌نامه پژوهش در پیوست ۱ در انتهای مقاله آورده شده است.

جدول ۱. پایایی پرسش‌نامه‌ها

متغیر	تعداد گویه	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی
روش تدریس	۹	۰/۶۷۰	۰/۷۶۸
انگیزش	۸	۰/۶۷۰	۰/۷۵۴
یادگیری	۸	۰/۷۹۹	۰/۸۵۰

با توجه به این که مقدار آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی برای تمام متغیرها نزدیک و یا بالاتر از ۰/۷ بدست آمد می‌توان گفت پرسش‌نامه‌ها از پایایی لازم برخوردار هستند.

۵. یافته‌ها

۵-۱. یافته‌های توصیفی

طبق اطلاعات جدول ۲ از نظر جنسیت تعداد ۱۵۶ نفر از پاسخ‌دهندگان مذکر (۵۹/۵ درصد) و بقیه (۱۰۶ نفر معادل ۴۰/۵ درصد) مؤنث بوده‌اند. از نظر مقطع تحصیلی، ۲۴۱ نفر (۹۲ درصد) دانشجوی کارشناسی، و ۲۱ نفر (۸ درصد) دانشجوی کارشناسی ارشد بوده‌اند. سن پاسخ‌دهندگان بین ۱۸ تا ۴۲ سال (با میانگین ۲۲/۱۳ و انحراف معیار ۲/۶۲) متغیر بوده است تعداد ۱۱۱ نفر از پاسخ‌دهندگان (۴۲/۳ درصد) در گروه سنی ۱۸ تا ۲۱ سال، تعداد ۱۲۷ نفر (۴۸/۵ درصد) در گروه سنی ۲۲ تا ۲۴ سال، و بقیه (۲۴ نفر معادل ۹/۲ درصد) در گروه سنی بزرگتر از ۲۵ سال قرار داشته‌اند. همچنین بیشترین پاسخ‌دهندگان از دانشکده مهندسی (۱۱۴ نفر معادل ۴۳/۵ درصد)، ۱۰۵ نفر (۴۰/۱ درصد) از دانشکده علوم انسانی، و ۲۲ نفر (۸/۴ درصد) از دانشکده علوم، و بقیه (۲۱ نفر معادل ۸ درصد) از دانشکده کشاورزی بوده‌اند.

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان

جنسیت	فراوانی	درصد فراوانی	تحصیلات	فراوانی	درصد فراوانی
مذکر	۱۰۶	۴۰/۵	کارشناسی	۲۴۱	۹۲
مؤنث	۱۵۶	۵۹/۵	کارشناسی ارشد	۲۱	۸
کل	۲۶۲	۱۰۰	کل	۲۶۲	۱۰۰
گروه سنی	فراوانی	درصد فراوانی	دانشکده	فراوانی	درصد فراوانی
۱۸ تا ۲۱	۱۱۱	۴۲/۳	مهندسی	۱۱۴	۴۳/۵
۲۲ تا ۲۴	۱۲۷	۴۸/۵	علوم انسانی	۱۰۵	۴۰/۱
بزرگ‌تر از ۲۵	۲۴	۹/۲	علوم	۲۲	۸/۴
کل	**۲۶۲**	**۱۰۰**	کشاورزی	۲۱	۸
			کل	**۲۶۲**	**۱۰۰**

۵-۲. یافته‌های استنباطی

۵-۲-۱. بررسی تفاوت بین متغیرها بر حسب دانشکده

به منظور بررسی این که آیا تفاوت معناداری بین متغیرهای تحقیق در میان دانشجویان دانشکده‌های مختلف وجود دارد یا نه (فرضیه پنجم)، از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد. خروجی این آزمون در جدول ۳ قابل مشاهده است. فرض صفر بیان می‌کند که میانگین تمام متغیرها در بین دانشکده‌ها با هم برابر است. اگر سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر رد می‌شود.

جدول ۳. خروجی آزمون تحلیل واریانس

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری
روش تدریس	بین گروه‌ها	۳/۳۸۵	۳	۱/۱۲۸	۳/۲۲۶	۰/۰۲۳
	در داخل گروه‌ها	۹۰/۲۲۷	۲۵۸	۰/۳۵۰		
	کل	۹۳/۶۱۲	۲۶۱			
انگیزش	بین گروه‌ها	۱/۰۸۸	۳	۰/۳۶۳	۰/۹۱۶	۰/۴۳۴
	در داخل گروه‌ها	۱۰۲/۱۸۹	۲۵۸	۰/۳۹۶		
	کل	۱۰۳/۲۷۷	۲۶۱			
یادگیری	بین گروه‌ها	۴/۱۰۳	۳	۱/۳۶۸	۳/۱۳۷	۰/۰۲۶
	در داخل گروه‌ها	۱۱۲/۴۹۴	۲۵۸	۰/۴۳۶		
	کل	۱۱۶/۵۹۷	۲۶۱			

طبق اطلاعات جدول ۳، با توجه به این که سطح معناداری برای متغیر روش تدریس و یادگیری کمتر از ۰/۰۵ است، در سطح اطمینان ۹۵ درصد فرض صفر رد می‌شود. به عبارت دیگر بین این دو متغیر در بین دانشجویان دانشکده‌های مختلف تفاوت معناداری وجود دارد. برای این که مشخص

شود این تفاوت در بین دانشجویان کدام دانشکده‌ها وجود دارد از آزمون تعقیبی توکی[1] استفاده شد که خروجی آن در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴.خروجی آزمون تعقیبی توکی

متغیر	دانشکده (I)	دانشکده (J)	تفاوت میانگین (I-J)	خطای معیار	سطح معناداری	فاصله اطمینان ۹۵٪	
						حد پایین	حد بالا
روش تدریس	علوم انسانی	مهندسی	۰/۲۱۲۸۹*	۰/۰۷۹۹۹	۰/۰۴۱	۰/۰۰۶۱	۰/۴۱۹۷
		علوم	۰/۳۲۳۴۷	۰/۱۳۸۶۶	۰/۰۹۳	-۰/۰۳۵۱	۰/۶۸۲۰
		کشاورزی	۰/۱۱۶۴۰	۰/۱۴۱۳۶	۰/۸۴۳	-۰/۲۴۹۱	۰/۴۸۱۹
	مهندسی	علوم انسانی	-۰/۲۱۲۸۹*	۰/۰۷۹۹۹	۰/۰۴۱	-۰/۴۱۹۷	-۰/۰۰۶۱
		علوم	۰/۱۱۰۵۸	۰/۱۳۷۴۸	۰/۸۵۳	-۰/۲۴۵۵	۰/۴۶۶۷
		کشاورزی	-۰/۰۹۶۴۹	۰/۱۴۰۲۰	۰/۹۰۲	-۰/۴۵۹۰	۰/۲۶۶۰
	علوم	علوم انسانی	-۰/۳۲۳۴۷	۰/۱۳۸۶۶	۰/۰۹۳	-۰/۶۸۲۰	۰/۰۳۵۱
		مهندسی	-۰/۱۱۰۵۸	۰/۱۳۷۷۱	۰/۸۵۳	-۰/۴۶۶۷	۰/۲۴۵۵
		کشاورزی	-۰/۲۰۷۰۷	۰/۱۴۰۴۱	۰/۶۶۰	-۰/۶۷۳۸	۰/۲۵۹۵
	کشاورزی	علوم انسانی	-۰/۱۱۶۴۰	۰/۱۴۱۳۶	۰/۸۴۳	-۰/۴۸۱۹	۰/۲۴۹۱
		مهندسی	۰/۰۹۶۴۹	۰/۱۴۰۴۳	۰/۹۰۲	-۰/۲۶۶۶	۰/۴۵۹۶
		علوم	۰/۲۰۷۰۷	۰/۱۸۰۴۱	۰/۶۶۰	-۰/۲۵۹۵	۰/۶۷۳۶
یادگیری	علوم انسانی	مهندسی	۰/۱۹۴۲۷	۰/۰۸۹۳۲	۰/۱۳۳	-۰/۰۳۶۷	۰/۴۲۵۲
		علوم	۰/۴۱۰۹۳*	۰/۱۵۴۸۳	۰/۰۴۲	۰/۰۱۰۶	۰/۸۱۱۳
		کشاورزی	۰/۰۵۰۰۰	۰/۱۵۷۸۵	۰/۹۸۹	-۰/۳۵۸۲	۰/۴۵۸۲
	مهندسی	علوم انسانی	-۰/۱۹۴۲۷	۰/۰۸۹۳۲	۰/۱۳۳	-۰/۴۲۵۲	۰/۰۳۶۷
		علوم	۰/۲۱۶۶۶	۰/۱۵۳۷۷	۰/۴۹۵	-۰/۱۸۱۰	۰/۶۱۴۳
		کشاورزی	-۰/۱۴۴۲۷	۰/۱۵۶۸۰	۰/۷۹۴	-۰/۵۴۹۷	۰/۲۶۱۲
	علوم	علوم انسانی	-۰/۴۱۰۹۳*	۰/۱۵۴۸۳	۰/۰۴۲	-۰/۸۱۱۳	-۰/۰۱۰۶
		مهندسی	-۰/۲۱۶۶۶	۰/۱۵۳۷۷	۰/۴۹۵	-۰/۶۱۴۳	۰/۱۸۱۰
		کشاورزی	-۰/۳۶۰۹۳	۰/۲۰۱۴۵	۰/۲۸۰	-۰/۸۸۱۹	۰/۱۶۰۰
	کشاورزی	علوم انسانی	-۰/۰۵۰۰۰	۰/۱۵۷۸۵	۰/۹۸۹	-۰/۴۵۸۲	۰/۳۵۸۲
		مهندسی	۰/۱۴۴۲۷	۰/۱۵۶۸۰	۰/۷۹۴	-۰/۲۶۱۲	۰/۵۴۹۷
		علوم	۰/۳۶۰۹۳	۰/۲۰۱۴۵	۰/۲۸۰	-۰/۱۶۰۰	۰/۸۸۱۹

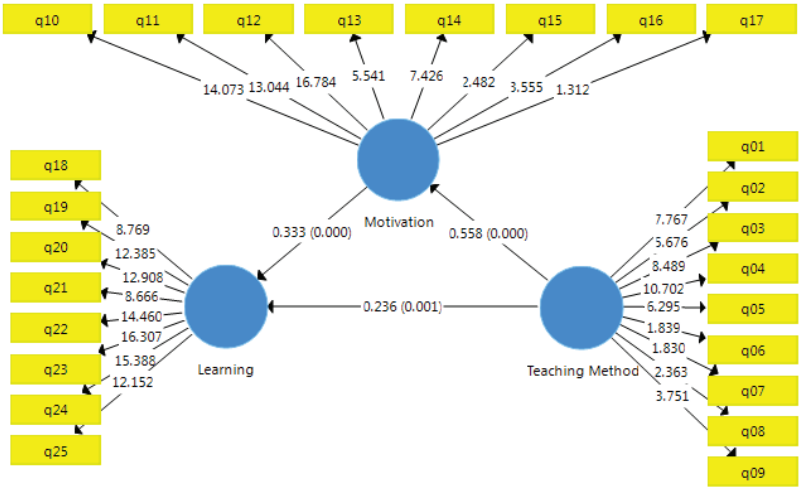
* تفاوت میانگین در سطح ۰/۰۵ معنادار است.

1- Tukey

همان طور که اطلاعات جدول ۴ نشان می‌دهد تفاوت میانگین در متغیر روش تدریس فقط در بین دانشجویان دانشکده علوم انسانی و مهندسی معنادار است(زیرا سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است) ولی این تفاوت در بین دانشجویان سایر دانشکده‌ها معنادار نیست. از طرف دیگر علامت تفاوت میانگین و همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان نشان می‌دهد که میانگین روش تدریس دانشجویان دانشکده علوم انسانی، بالاتر از دانشجویان دانشکده مهندسی است. همچنین تفاوت میانگین در متغیر یادگیری فقط در بین دانشجویان دانشکده علوم انسانی و علوم معنادار است (زیرا سطح‌معناداری کمتر از ۰/۰۵ است) ولی این تفاوت در بین دانشجویان سایر دانشکده‌ها معنادار نیست. علاوه بر این، علامت تفاوت میانگین و همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان نشان می‌دهد که میانگین یادگیری دانشجویان دانشکده علوم انسانی، بالاتر از دانشجویان دانشکده مهندسی است.

۵-۲-۲. آزمون فرضیه‌ها

به منظور آزمون فرضیه‌ها از مدل‌سازی معادلات ساختاری و نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس (نسخه ۳) استفاده شد. مدل مفهومی برازش‌شده در شکل ۲ نمایش داده شده است. با توجه به بزرگتر بودن مقدار بار عاملی گویه‌ها از ۰/۳ و همچنین مناسب بودن مقدار آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی، برازش مدل ساختاری مورد تأیید قرار گرفت. برای بررسی برازش مدل ساختاری از خودگردان‌سازی (با ۲۰۰۰ نمونه) استفاده شد که معنادار بودن مقدار آمارهٔ تی برای بارهای عاملی و ضرایب مسیر، حاکی از برازش مناسب بود. برازش کلی مدل نیز با استفاده از معیار ریشه میانگین مربعات باقی‌مانده معیار (SRMR=۰/۱۳۹)، به عنوان جایگزین معیار نیکویی برازش (GOF) انجام گرفت که مقدار کوچکتر از ۰/۸ حاکی از مناسب بودن مدل است(Pavlov, 2021).



شکل ۲. مدل تحقیق در حالت معناداری

معناداری ضرایب رگرسیونی در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. معناداری ضرایب رگرسیونی

متغیر	مسیر	متغیر	ضریب رگرسیون	خطای معیار	آماره t	سطح معناداری
روش تدریس	--->	انگیزش	۰/۵۵۸	۰/۰۵۲	۱۰/۸۱۷	۰/۰۰۰
روش تدریس	--->	یادگیری	۰/۲۳۶	۰/۰۶۹	۳/۴۲۹	۰/۰۰۱
انگیزش	--->	یادگیری	۰/۳۳۳	۰/۰۷۱	۴/۶۶۲	۰/۰۰۰

همان طور که اطلاعات جدول ۵ نشان می‌دهد، از آن جایی که سطح معناداری در تمام مسیرها کمتر از مقدار ۰/۰۵ است، می‌توان گفت تأثیر روش تدریس بر انگیزش و یادگیری دانشجویان، و همچنین تأثیر انگیزش دانشجویان بر یادگیری آنها در سطح اطمینان ۹۵ درصد، معنادار است.

۵-۲-۳. بررسی نقش میانجی متغیر انگیزش

به منظور بررسی این که آیا انگیزش، نقش میانجی را در رابطهٔ بین روش تدریس و یادگیری دانشجویان ایفا می‌کند یا نه، از روش خودگردان‌سازی (با ۲۰۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد) استفاده شد که خروجی آن در جدول ۶ قابل مشاهده است.

جدول ۶. نتیجه آزمون میانجی به روش خودگردان‌سازی

مسیر	ضریب رگرسیون	خطای معیار	آماره t	سطح معناداری
روش تدریس --> انگیزش --> یادگیری	۰/۱۸۶	۰/۰۴۳	۴/۲۸۶	۰/۰۰۰

طبق اطلاعات جدول ۶، از آن جایی که سطح معناداری (۰/۰۰۰) کمتر از ۰/۰۵ است، می‌توان گفت انگیزش نقش میانجی را در رابطهٔ روش تدریس و یادگیری دانشجویان ایفا می‌کند. از طرف دیگر، از آن جایی که طبق شکل ۲ مسیر اثر مستقیم نیز معنادار است (سطح معناداری = ۰/۰۰۱)، می‌توان گفت میانجی از نوع جزئی است. به عبارت دیگر روش تدریس هم به طور مستقیم و به طور غیرمستقیم، تأثیر معناداری بر یادگیری دانشجویان دارد.

۵-۲-۴. بررسی تفاوت مدل تحقیق از نظر جنسیت و دانشکده

به منظور بررسی این که آیا مدل تحقیق (تمام مسیرهای اصلی) در بین دانشجویان دختر و پسر و همچنین در بین دانشکده‌های مختلف، تفاوت معناداری دارد یا نه (آزمون فرضیه ششم و هفتم)، از روش تجزیه و تحلیل چندگروهی[1] (MGA) استفاده شد. نتیجه آزمون نشان داد که مدل تحقیق از نظر جنسیتی معنادار نیست (به همین دلیل خروجی آن در گزارش آورده نشده است). به عبارت دیگر

1- Multi-group analysis

تفاوت معناداری بین دانشجویان دختر و پسر وجود نداشت. خروجی آزمون در مورد دانشکده‌ها در جدول ۷ قابل مشاهده است.

جدول ۷. بررسی تفاوت مدل تحقیق بین دانشکده مهندسی و سایر دانشکده‌ها

مسیر	تفاوت ضریب مسیر مهندسی- کشاورزی	تفاوت ضریب مسیر مهندسی- علوم انسانی	تفاوت ضریب مسیر مهندسی- علوم	سطح معناداری مهندسی در مقابل کشاورزی	سطح معناداری مهندسی در مقابل علوم انسانی	سطح معناداری مهندسی در مقابل علوم
روش تدریس ---> انگیزش	۰/۰۰۷	۰/۲۴۸	۱/۲۱۸	۰/۶۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰
روش تدریس ---> یادگیری	۰/۱۹۷	۰/۰۲۸	۰/۵۶۲	۰/۷۳۹	۰/۴۸۷	۰/۱۳۶
انگیزش ---> یادگیری	۰/۰۱۷	۰/۱۳۷	۰/۰۴۵	۰/۵۲۵	۰/۲۳۱	۰/۶۲۷

همان طور که اطلاعات جدول ۷ نشان می‌دهد، در کل مدل تنها تأثیر روش تدریس بر انگیزش است که به ترتیب در بین دانشجویان دانشکده مهندسی با علوم انسانی (با تفاوت ۰/۲۴۸ و سطح معنی‌داری ۰/۰۱۶) و مهندسی با علوم (با تفاوت ۱/۲۱۸ و سطح معناداری ۰/۰۰۰) تفاوت معناداری دارد. از آن جایی که سطح معناداری در سایر مسیرها بزرگتر از ۰/۰۵ است، در نتیجه تفاوت معناداری بین دانشکده‌های مختلف وجود ندارد. به عبارت دیگر می‌توان استنباط کرد که روش تدریس اساتید در بین دانشکده‌های مهندسی، علوم انسانی و علوم با یکدیگر تفاوت معناداری دارد.

۶. بحث

همان طور که اشاره شد یادگیری از موضوعات مهم در آموزش، به ویژه آموزش عالی است که تحت تأثیر عوامل و متغیرهای مختلفی قرار دارد. در پژوهش حاضر تأثیر روش تدریس و انگیزش بر یادگیری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون فرضیه‌ها در جدول ۸ قابل مشاهده است.

جدول ۸. نتایج آزمون فرضیه‌های تحقیق

فرضیه	نتیجه
۱. روش تدریس تأثیر معناداری بر انگیزش دانشجویان دارد	تأیید
۲. روش تدریس تأثیر معناداری بر یادگیری دانشجویان دارد	تأیید
۳. انگیزش دانشجویان تأثیر معناداری بر یادگیری آنها دارد	تأیید
۴. انگیزش، نقش میانجی را در رابطهٔ بین روش تدریس و انگیزش دانشجویان ایفا می‌کند	تأیید
۵. تفاوت معناداری بین متغیرهای پژوهش بر حسب دانشکده وجود دارد	تأیید
۶. تفاوت معناداری بین مدل پژوهش بر حسب جنسیت وجود دارد	عدم تأیید
۷. تفاوت معناداری بین مدل پژوهش بر حسب دانشکده وجود دارد	تأیید

طبق خروجی آزمون تحلیل واریانس، تفاوتی در متغیر انگیزش (Sig=۰/۴۳۴ و F=۰/۹۱۶ ،>۰/۰۵) بین دانشجویان دانشکده‌های مختلف مشاهده نشد ولی در مورد متغیرهای روش تدریس (<۰/۰۵، Sig=۰/۰۲۳ و F=۳/۲۲۶) و یادگیری (<۰/۰۵، Sig=۰/۰۲۶ و F=۳/۱۳۷)، تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. نتایج آزمون تعقیبی حاکی از آن است که تفاوت میانگین در متغیر روش تدریس فقط در بین دانشجویان دانشکده علوم انسانی و مهندسی معنادار است. این در حالی است که در مورد متغیر یادگیری، تفاوت میانگین فقط در بین دانشجویان دانشکده علوم انسانی و علوم معنادار است. بررسی مقدار میانگین این دو متغیر نشان می‌دهد که روش تدریس و یادگیری در دانشکده علوم انسانی از نظر پاسخ‌دهندگان، وضعیت بهتری نسبت به دانشکده مهندسی دارد. علاوه بر شیوهٔ تدریس و ویژگی‌های فردی دانشجویان، عوامل متعدد دیگری از جمله ماهیت دروس مهندسی و علوم انسانی، و حتی ساعات برگزاری کلاس، می‌توانند در این زمینه تأثیرگذار باشند که شناسایی دقیق این عوامل، می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد.

نتایج آزمون فرضیه اول و دوم نشان داد که روش تدریس تأثیر معناداری بر انگیزش، و یادگیری دانشجویان دارد. نتایج آزمون فرضیه سوم و چهارم نیز نشان داد که انگیزش دانشجویان به طور مستقیم و غیرمستقیم (میانجی) تأثیر معناداری بر یادگیری آنها دارد. نتایج آزمون فرضیهٔ پنجم نیز نشان داد که تفاوت میانگین در روش تدریس، فقط در بین دانشجویان دانشکده علوم انسانی و مهندسی معنادار است. طبق نتایج آزمون فرضیه ششم، تفاوت معناداری در مدل تحقیق در بین دانشجویان دختر و پسر وجود نداشت ولی طبق نتیجهٔ آزمون فرضیهٔ هفتم، تنها مسیری که در بین دانشجویان دانشکده مهندسی با علوم انسانی و علوم تفاوت معناداری دارد، تأثیر روش تدریس بر انگیزش است.

مقایسهٔ نتایج تحقیق حاضر با مطالعات قبلی، تأییدکننده یافته‌های پژوهش حاضر است. نتایج مطالعات مرادی دولیسکانی و همکاران (Moradi Doliskani et al., 2021)، نوروزی و همکاران (Nowruzi et al., 2019)، احمدی و عبدالملکی (Ahmadi & Abdolmaleki, 2012)، عرب خزاعی و همکاران (Kho-zaei et al., 2022)، کانگ و ژانگ (Kang & Zhang, 2023)، احمد و همکاران (Akhmad et al., 2022)، لین و همکاران (Lin, et al., 2017) نشان داد که روش تدریس بر انگیزش تأثیر دارد. همچنین تأثیر شیوهٔ تدریس بر یادگیری دانشجویان مطابق با یافته‌های مرادی دولیسکانی و همکاران (Moradi Doliskani et al., 2021)، کانگ و ژانگ (Kang & Zhang, 2023)، احمد و همکاران (Akhmad et al., 2022)، عرب خزاعی و همکاران (Khozaei et al., 2022)، لین و همکاران (Lin, et al., 2017) است. علاوه بر این، تأثیر مستقیم انگیزش بر یادگیری با یافته‌های موتهیگ و همکاران (Muthik et al., 2022)، احمد و همکاران (Akhmad, et al., 2022)، لین و همکاران (Lin, et al., 2017)، سوگیتا مک‌اِوُن و تاکه‌ئوچی (Sugita McE-own, & Takeuchi, 2014)، پراسپرو و همکاران (Próspero et al., 2012) و کیندت و همکاران (Kyndt et al., 2010) همخوانی دارد و در نهایت تأثیر غیرمستقیم (میانجی) انگیزش بر یادگیری نیز مطابق با نتایج

مطالعات مهدیه (Mahdieh, 2018)، و کیندت و همکاران (Kyndt et al., 2010) است.

۷. نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در راستای بررسی تأثیر روش تدریس و انگیزش بر یادگیری در بین دانشجویان دانشکده‌های مختلف انجام شد. یادگیری از مفاهیم مهم در عرصه‌های مختلف به ویژه محیط‌های آموزشی از جمله دانشگاه‌ها است. طبق نظریه یادگیری، عوامل متعدد درونی و بیرونی می‌توانند یادگیری را تحت تأثیر قرار دهند. در پژوهش حاضر، روش تدریس به عنوان عامل بیرونی و انگیزش به عنوان عامل درونی مورد بررسی قرار گرفت.

تغییرات مختلف محیطی از جمله فناوری، شیوه‌های تدریس را تحت تأثیر قرار داده است که از آن جمله می‌توان به روند روبه‌رشد آموزش مجازی در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی، به ویژه در دوران همه‌گیری کرونا، اشاره کرد. از طرف دیگر کارایی روش‌های آموزشی به محیط آموزش، به ویژه نوع درس و مخاطبان، وابسته است. به عبارت دیگر روش تدریسی که در شرایط الف منجر به یادگیری و عملکرد آموزشی مناسب می‌شود، لزوماً در شرایط ب، نتایج مطلوبی به همراه نخواهد داشت. در سال‌های اخیر شاهد حرکت از روش‌های تدریس سنتی استادمحور به سمت روش‌های نوین مشارکتی و دانشجومحور بوده‌ایم. در روش‌های سنتی هر چند روند جریان اطلاعات از استاد به دانشجو، به سرعت اتفاق می‌افتد ولی معمولاً به علاقه و انگیزهٔ دانشجویان توجهی نمی‌شود. روش‌های مشارکتی با وجود تعامل بیشتر بین استاد و دانشجویان، کاستی عدم علاقه و انگیزش دانشجویان را مرتفع ساخته و می‌تواند باعث ارتقای مهارت‌ها و توانمندی‌های دانشجویان شود ولی به شرط آن که دانشجویان دارای توانایی و انگیزهٔ کافی باشند. نکتهٔ مهمی که باید در این جا به آن اشاره شود، تفکیک بین انگیزش درونی و بیرونی است. نقش انگیزهٔ بیرونی (از قبیل گرفتن نمرهٔ خوب) در روش تدریس سنتی غالب‌تر است، در حالی که به نظر می‌رسد در روش‌های مشارکتی علاوه بر انگیزهٔ بیرونی، عواملی از قبیل لذت یادگیری که نشانگر انگیزهٔ درونی هستند نیز نقش ایفا می‌کنند. به عبارت دیگر، هر روش تدریسی که به کار گرفته شود، باید بتواند از طریق انگیزهٔ درونی و بیرونی منجر به یادگیری شود. در غیر این صورت یادگیری، به معنی واقعی کلمه که تغییر در دانش و آموخته‌های نظری و همچنین رفتارهای آتی فراگیران باشد، محقق نخواهد شد. در ادامه پیشنهادهایی بر اساس یافته‌های تحقیق ارائه شده است که امید است در درک بهتر فرایند یادگیری در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی مفید واقع شود.

۷-۱. پیشنهادها

با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان پیشنهادهای زیر را مطرح کرد:

با توجه به عدم وجود رابطهٔ بین متغیرهای پژوهش در دانشکده علوم و فقط وجود همبستگی

معنادار بین روش تدریس و یادگیری در دانشکده کشاورزی، به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود با استفاده از رویکرد اکتشافی کیفی و یا آمیخته به شناسایی دلایل این تفاوت بپردازند.

با توجه به وجود بالاترین میزان همبستگی بین روش تدریس و انگیزش، به نظر می‌رسد انتخاب دقیق روش تدریس و راهبردهای آموزش (با توجه به نوع درس و مقطع تحصیلی) می‌تواند تأثیر چشمگیری بر انگیزش دانشجویان داشته باشد. از طرف دیگر، استفاده از روش‌های تدریس مختلف باتوجه‌به نوع درس برای اساتید می‌تواند چالش‌برانگیز باشد چون نیازمند تغییر است. در همین راستا، گروه‌های آموزشی نیز می‌توانند از شیوه‌های چرخشی تخصیص دروس به اساتید استفاده کنند.

با توجه به معنادار بودن تأثیر روش تدریس بر یادگیری و انگیزش دانشجویان، می‌توان دوره‌های آموزش تخصصی آشنایی با شیوه‌ها و راهبردهای تدریس و همچنین ایجاد انگیزه در دانشجویان را برای اساتید برگزار کرد.

از آن جایی که انگیزش درونی و بیرونی هر دو تأثیر معناداری بر یادگیری دارند، شاید بتوان متناسب با نوع انگیزه دانشجویان، روش‌های مختلف تدریس را مورد استفاده قرار داد.

راهکار دیگری که می‌توان به کار گرفت، انجام نظرسنجی از دانشجویان در خصوص میزان رضایت از شیوهٔ تدریس و میزان تأثیر آن بر انگیزش و یادگیری آنها است که اگر با هدف شناخت بهتر و افزایش اثربخشی انجام شود، می‌تواند نتایج مطلوبی به همراه داشته باشد.

در نهایت، با توجه به این که تفاوت معناداری در مدل تحقیق در بین دانشجویان دانشکده‌های مهندسی با دانشکده علوم انسانی و علوم مشاهده شد، لذا می‌توان تحقیقی اکتشافی را به منظور بررسی عوامل مؤثر و دلایل این تفاوت‌ها انجام داد.

۷-۲. محدودیت‌ها

با توجه به این که تحقیق حاضر نیز مانند بسیاری از تحقیقات پیمایشی، با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که یکی از آنها در نظر نگرفتن سایر عوامل فردی و محیطی مؤثر بر رابطهٔ بین متغیرهای تحقیق حاضر است که از آن جمله می‌توان به نوع درس (نظری یا عملی)، ویژگی‌های شخصیتی اساتید و دانشجویان، محیط و ساعت برگزاری کلاس، و غیره اشاره کرد که در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

راهبردها و روش‌های تدریس مختلفی در مبانی نظری وجود دارند (اعم از عملی و نظری، دیجیتالی و سنتی، مشارکتی و سنتی، استادمحور، دانشجومحور و مشارکتی) که شاید به‌کارگیری و بررسی آنها، منجر به یافته‌های متفاوتی شود.

محدودیت مهم دیگر را می‌توان عدم قابلیت تعمیم‌یافته‌ها به سایر دانشگاه‌ها دانست چون داده‌ها، فقط از یک دانشگاه دولتی جمع‌آوری شده‌اند.

محدودیت دیگر به تفاوت بین حجم نمونه‌ها، بر حسب دانشکده‌های مهندسی و علوم انسانی

با سایر دانشکده‌ها، مرتبط است که به احتمال زیاد بر نتایج آزمون فرضیه‌ها تأثیرگذار بوده است. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران آتی، این موضوع را مورد توجه قرار دهند.

محدودیت آخر به نوع روش نمونه‌گیری و روش تحقیق مرتبط است. در همین راستا به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود که از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای استفاده کنند تا بهتر بتوانند یافته‌ها را مورد مقایسه قرار دهند. همچنین کاربرد روش تحقیق مناسب، با عنوان و هدف پژوهش، می‌تواند یافته‌های معتبرتری را در اختیار پژوهشگر قرار دهد. در همین راستا، استفاده از روش شبه‌آزمایشی یا علّی-مقایسه‌ای و همچنین واپایش نوع درس و مقطع تحصیلی، می‌تواند نتایج بهتر و متفاوتی نسبت به روش پیمایش به همراه داشته باشد.

References

- Ahmadi, G. A., & Abdolmaleki, S. (2012). The effect of science exploratory education based on heuristic approach on creativity and achievement motivation of students. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, *2*(2), 95-124. [in Persian].
- Ajam, A., Jafary Sani, H., Behrooz, M., & Ahanchian, M. (2013). Studying the role of students' academic motivation and computer skills in their attitudes toward blended learning approach. *Journal of New Approaches in Educational Administration*, *4*(15), 63-82. [in Persian].
- Akhmad, I., Dewi, R., & Supriadi, A. (2022). The Effects of learning strategies on senior high school students' motivation and learning outcomes of overhead passing in volleyball. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *10*(02), 458-476.
- Ardiansyah, A., Witono, H., & Jaelani, A. K. (2023). The effect of parental support on the learning motivation of grade IV elementary school cluster 3 students of Kempo district for the 2022/2023 academic year. *International Journal of Social Service and Research*, *3*(7), 1800-1805.
- Ataei N. & Panjehpour M, (2015). Comparison of cooperating active and traditional teaching methods in medicine student satisfaction and learning of clinical biochemistry in pharmacy students. *Journal of Medical Education Development*, 8 (19), 81-91.
- Baldwin, T.; Bommer, W. & Rubin, R. (2008). *Developing management skills: What great managers know and do*. Translated by S.M. Alvani; A. Ebrahimi, & A. Jamali, 7th edition, Tehran: Samt [in Persian].
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Brophy, J. E. (2013). *Motivating students to learn*. New York, NY: Routledge.
- DuBrin, A. J. (2019). *Fundamentals of organizational behavior (6th ed.)*. Academic Media Solutions.
- Duncan, T. G., & McKeachie, W., J. (2005). The making of the motivated strategies for learning questionnaire. *Educational Psychologist*, *40*(2), 117-128.
- Gan, Z., Liu, F., & Nang, H. (2023). The role of self-efficacy, task value, and intrinsic and extrinsic motivations in students' feedback engagement in English learning. *Behavioral Sciences*, *13*(5), 428.
- Johnson, J. P., & Mighten, A. (2005). A comparison of teaching strategies: lecture notes combined with structured group discussion versus lecture only. *Journal of Nursing Education*, *44*(7), 319-322.
- Kang, X., & Zhang, W. (2023). An experimental case study on forum-based online teaching to improve student's engagement and motivation in higher education. *Interactive Learning Environments*, *31*(2), 1029-1040.
- Khozaei, S. A., Zare, N. V., Moneghi, H. K., Sadeghi, T., & Taraghdar, M. M. (2022). Effects of quantum-learning and conventional teaching methods on learning achievement, motivation to learn, and retention among nursing students during critical care nursing education. *Smart Learning Environments*, *9*(1), 18, 1-11.
- Kaki, M. and Alizadeh Monfared, S. (2021). A review of new teaching methods in education. *The First National Conference of Applied Studies in Education and Training Processes*, Bandar Abbas, Iran, 1-11. [In Persian]

- Kamran, F., Kanwal, A., Afzal, A., & Rafiq, S. (2023). Impact of interactive teaching methods on students learning outcomes at university level. *Journal of Positive School Psychology*, *7*(7), 89-105.
- Kondalkar, V. G. (2007). *Organizational behavior*. New Delhi: New Age International Ltd., Publishers.
- Kotera, Y., et al. (2023). Motivation of UK graduate students in education: self-compassion moderates pathway from extrinsic motivation to intrinsic motivation. *Current Psychology*, 42, 10163-10176.
- Kyndt, E., Dochy, F., Struyven, K., & Cascallar, E. (2011). The direct and indirect effect of motivation for learning on students' approaches to learning through the perceptions of workload and task complexity. *Higher Education Research & Development*, *30*(2), 135-150.
- Latham, G. (2023). *Motivate employee performance through goal setting*. In Pearce, C. L., & Locke, E. A. (Eds.). (2023). *Principles of Organizational Behavior: The Handbook of Evidence-Based Management*. John Wiley & Sons.
- Lin, H. H., Yen, W. C., & Wang, Y. S. (2018). Investigating the effect of learning method and motivation on learning performance in a business simulation system context: An experimental study. *Computers & Education*, *127*, 30-40.
- Lin, M. H., Chen, H. G. & Liu, K. S. (2017). A study of the effects of digital learning on learning motivation and learning outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3553-3564.
- Lo, K. W., Ngai, G., Chan, S. C., & Kwan, K. P. (2022). How students' motivation and learning experience affect their service-learning outcomes: A structural equation modeling analysis. *Frontiers in Psychology*, *13*, 825902.
- Mahdieh, O. (2018). Investigation and explanation of the effect of motivation on student learning (with the emphasis on the features of university textbooks), *Iranian Journal of Engineering Education*, 20 (79), 98-118. [in Persian].
- Mahdieh, O. (2021). The effect of professor's adherence to professional ethics on student's self-efficacy and motivation (the comparison between engineering and non-engineering students). *Iranian Journal of Engineering Education*, *23*(90), 69-49.
- Mahmoudi Sahebi, M.; Nasri, S. & Gholinia, H. (2013). Identifying criteria for evaluating teaching performance of faculty members with emphasizing on engineering teaching. *Journal of Educational Technology*, 7(3), 203-212. [in Persian].
- Michailidis, N., Kapravelos, E., & Tsiatsos, T. (2022). Examining the effect of interaction analysis on supporting students' motivation and learning strategies in online blog-based secondary education programming courses. *Interactive Learning Environments*, *30*(4), 665-676.
- Moradi Doliskani, M., Yonespour, Z., & Poya, M. (2021). The effect of flipped classroom teaching on self-regulatory learning strategies and learning motivation components in research method course among the staff of AJA research center. *New Educational Approaches*, *16*(2), 99-116. [in Persian].
- Muthik, A., Muchyidin, A., & Persada, A. R. (2022). The effectiveness of students' learning motivation on learning outcomes using the reciprocal teaching learning model. *Journal of General Education and Humanities*, *1*(1), 21-30.
- Munyaradzi Ganyaupfu, E. (2013). Teaching methods and students' academic performance. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 2(9), 29-35.
- Nowruzi, H.; Paraz, M.R. & Shafiei, S. (2019). Investigating the effect of associative learning on students' motivation. *Studies and research in behavioral sciences,* 2(5), 76-86. [in Persian].
- Pavlov, G., Maydeu-Olivares, A., & Shi, D. (2021). Using the standardized root mean squared residual (SRMR) to assess exact fit in structural equation models. *Educational and Psychological Measurement*, *81*(1), 110-130.
- PrÓspero, M., Russell, A. C., & Vohra-Gupta, S. (2012). Effects of motivation on educational attainment: Ethnic and developmental differences among first-generation students. *Journal of Hispanic Higher Education*, *11*(1), 100-119.
- Rahmani, R., & Fathi Vajargah, K. (2008). Quality assessment in higher education. *Education Strategies in Medical Sciences*, No. 1, 28-39. [In Persian]
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Publications.
- Saif, A. (2001). *Educational psychology: psychology of learning and Instruction*. Tehran: Samt. [in Persian].
- Salehi, Sh. (2001). Effective teaching. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 3 (2), 12-21. [in Persian].

- Shabani, H. (2014). *Instructional skills: methods and* techniques *of teaching*. Vol. 1, Tehran: Samt. [in Persian].
- Sockett, H. (1988). Education and will: aspects of personal capability. *American Journal of Education*, *96*(2), 195-214.
- Sugita McEown, M., & Takeuchi, O. (2014). Motivational strategies in EFL classrooms: how do teachers impact students' motivation? *Innovation in Language Learning and Teaching*, *8*(1), 20-38.
- Zamani, E., Rayat, Z., & Saeidian, N. (2018). The relationship between learning styles and preferred teaching methods of high school students in the town of Meybod in educational year 90-91. *Research in Curriculum Planning*, *15*(56), 174-185. [in Persian].
- Zheng, Y., Janiszewski, C., & Schreier, M. (2023). Exploring the origins of intrinsic motivation. *Motivation and Emotion*, *47*(1), 28-45.
- Zhu, Y., Xu, S., Wang, W., Zhang, L., Liu, D., Liu, Z., & Xu, Y. (2022). The impact of online and offline learning motivation on learning performance: the mediating role of positive academic emotion. *Education and Information Technologies*, *27*(7), 8921-8938.

امید مهدیه: دکترای مدیریت بازرگانی از دانشگاه علامه طباطبائی و عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان است. وی به آموزش و پژوهش (با رویکردهای کمّی و کیفی) در حوزه‌های رفتار سازمانی، ارتباطات سازمانی، سبک‌های مدیریت تعارض، فرهنگ سازمانی، بازاریابی، رفتار مصرف‌کننده، و نظریه‌های سازمان و مدیریت علاقه‌مند است.

داود عباسی: دکترای مدیریت رفتار سازمانی از دانشگاه تهران و عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان است. وی علاوه بر داشتن سال‌ها تجربهٔ کاری در پست‌های مدیریتی و اجرایی در داخل و خارج از دانشگاه، به آموزش و پژوهش (به ویژه با رویکرد کیفی) در حوزه‌های رفتار سازمانی، مدیریت منابع انسانی، مدیریت اسلامی، و نظریه‌های سازمان و مدیریت علاقه‌مند است.

معصومه سلمانی: دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد مدیریت منابع انسانی از دانشگاه زنجان است. وی در حال حاضر به عنوان متصدی امور اداری در دایره امور کارکنان، رفاه و آموزش مدیریت شعب بانک صادرات استان زنجان مشغول فعالیت است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۹۹، پاییز ۱۴۰۲، صص.۱۲۷-۱۱۱

تأثیر شایستگی‌های فردی و مالی بر قصد کارآفرینی دانشجویان خارجی: نقش میانجی انگیزه حفاظتی

مرتضی اکبری[۱]، علیرضا حاتمی[۲]، حدیث پورجمشیدی[۳] و نسرین ماه‌آورپور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۳۰

DOI: 10.22047/ijee.2023.406543.1994

چکیده: پژوهش حاضر با هدف واکاوی تأثیر شایستگی‌های فردی و مالی بر شکل‌گیری قصد کارآفرینانه میانجی‌گری تئوری انگیزه حفاظتی انجام شد که از نظر هدف در زمره تحقیقات کاربردی و به لحاظ شیوهٔ گردآوری داده‌ها، از نوع تحقیقات پیمایشی به صورتی مقطعی به شمار می‌رود. جامعهٔ آماری پژوهش شامل ۲۸۲ نفر از دانشجویان خارجی در حال تحصیل در دانشگاه تهران است که با نمونه نهایی با روش نمونه‌گیری هدفمند در دسترس به حجم ۱۸۳ نفر از آنها انتخاب شد. به منظور گردآوری داده‌ها از پرسش‌نامه محقق ساخته استفاده شد و برای تعیین روایی آن از روایی صوری، تشخیصی و همگرا به روش تعیین شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده استفاده گردید. به جهت سنجش پایایی ابزار تحقیق از روش آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی بهره گرفته شد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که شایستگی‌های فردی و مالی کارآفرینانه تأثیر مثبت و معناداری بر قصد کارآفرینانه از طریق میانجی انگیزش حفاظتی دارند ولی اثرگذاری آنها، به صورت مستقیم مورد تأیید واقع نشد. همچنین نتایج نشان داد که ارزیابی مقابله با قصد کارآفرینانه رابطه معنادار و مستقیمی دارد. با توجه به این که قصد کارآفرینی مرتبط به شایستگی‌های مالی و فردی کارآفرینی مربوط می‌شود، ارزیابی تهدید یا آسیب‌پذیری درک‌شده در برابر خطرات و همچنین پاداش مرتبط با رفتارها، حاکی از آن است که افراد می‌توانند به طور موفقیت‌آمیزی رفتارهای حفاظتی را انجام دهند.

واژگان کلیدی: شایستگی کارآفرینانه، تئوری انگیزه حفاظتی، قصد کارآفرینانه.

۱- دانشیار، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، تهران، ج.ا. ایران. (نویسنده مسئول). mortezaakbari@ut.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، تهران، ج.ا. ایران. E-mail: alireza.htm@gmail.com

۳- دکتری، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ج.ا. ایران. hadis.pourjamshidi@gmail.com

۴- دکتری، دانشگاه الزهرا، تهران، ج.ا. ایران. n.mahavarpour@alzahra.ac.ir

۱. مقدمه

کارآفرینی از جمله محرک‌های مهم و همچنین موتور قدرتمند رشد و توسعه اقتصادی و پدیده‌ای پویاست که نقش مهمی در شکل دادن به اقتصاد از طریق ایجاد مشاغل جدید ایفا می‌کند (Mehta et al., 2014) و باعث افزایش درآمد، تنوع و تحریک نشاط نوآورانه در جامعه می‌شود (Gerba, 2012)، چنان چه گزارش‌های ارزیابی پدیده‌های کارآفرینی حاکی از وجود ارتباط پایداری بین تعداد کارآفرینان بالقوه (افراد با قصد کارآفرینی) و فعالیت‌های کارآفرینانه است. بر این اساس استدلال‌هایی وجود دارد که بیان می‌کند حرکت به سمت عمل، در فرایندهای پیچیده‌ای مانند کارآفرینی در زمینه‌های عدم اطمینان و خطر بالا، زمانی آشکار می‌شود که با قصد و توانایی درک‌شده افراد برای انجام وظایف مختلف کارآفرینی مرتبط باشد (Jubari et al., 2019). به عبارت دیگر قصد کارآفرینی از نقش شایستگی‌های ادراک‌شده توسط فرد، تأثیر می‌پذیرد. مطالعات نشان می‌دهند که نقش شایستگی‌های درک‌شده با قصد کارآفرینانه، مرتبط است (Delanöe-Gueguen & Fayolle, 2019) و باید توجه داشت که کارآفرینان در این فرایند با عدم قطعیتی روبه‌رو می‌شوند که شایستگی‌های آنان را به چالش می‌کشد (Kilmann et al., 2010). در این رابطه مطالعه ادبیات نشان می‌دهد که هر چه افراد خود را توانمندتر ارزیابی کنند، تعهد آنها برای دستیابی به اهداف‌شان زیاد و مشارکت آنها در فعالیت‌هایی که برایش احساس توانایی می‌کنند، بیشتر می‌شود (Zanabazar & Jigjiddorj, 2020) ، در نتیجه درک توانمندی یا شایستگی به دانش، مهارت، نگرش، ارزش و رفتارهایی که افراد برای انجام موفقیت‌آمیز یک فعالیت یا وظیفه خاص نیاز دارند، اشاره می‌کند (Atouei &Teoh, 2020). رفتار نهایی توسط عواملی پیش‌بینی می شود که در نتیجه ارزیابی توانمندی‌ها صورت می‌گیرد (Marikyan & Papagiannidis, 2023). به طور کلی این مفهوم به مهارت‌ها، توانایی‌ها و سطحی از دانش اشاره دارد که حاکی از میزان قدرت واپایش و شایستگی‌های افراد در انجام یک رفتار خاص است (Sarkar, 2016)، شایستگی‌هایی که فرد را در جهت بروز قصد و رفتار هدایت کرده و اجازه می‌دهد آن را به جلو براند (Yatribi, 2016). در نتیجه، با توجه به این که قصد کارآفرینی بیانگر شدت قصد و ارادهٔ فردی برای انجام رفتار هدف است (Tahmasebi et al., 2016)، به رفتار فردی مرتبط با کارآفرینی مربوط می‌شود. ارزیابی تهدید یا آسیب‌پذیری درک‌شده در برابر خطرات و همچنین پاداش مرتبط با رفتارها، حاکی از آن است که افراد می‌توانند به طور موفقیت‌آمیزی رفتارهای حفاظتی را انجام دهند (Hsie et al., 2016; Parck, 2017). علاوه بر این دیدگاه‌های اخیر به توجه به کارآفرینی به عنوان یک سفر احساسی تأکید دارند (Morris et al., 2012) و این در حالی است که افراد در یک مکان جغرافیایی در زمانی که پیام‌های یکسانی را از محیط دریافت می‌کنند (مانند موضوعات اقتصادی و سیاسی)، درک واحدی نسبت به آن ندارند، به ویژه آن که از جامعه دیگری به طور موقت در آن قرار گرفته باشند. بنابراین سفر احساسی متفاوتی برای هر بخش وجود دارد که برای ایجاد یک ارزیابی پاسخ به قصد کارآفرینانه، می‌بایست به شکلی متفاوت به آن نگریسته شود. از

سوی دیگر درک تهدید، اغلب باعث قرارگیری فرد در جامعهٔ متفاوت می‌شود و جامعه جدید باید بتواند پاسخی جدید را برای برانگیختن شایستگی‌ها در جهت منافع هر دو طرف، شکل دهد تا منبع جدید (فرد جدید) بتواند رفتار جدید را بروز دهد (Shane et al., 2012).

در این میان افراد در مهاجرت، ضمن آشنایی با ارزش‌ها، باورها و آداب و رسوم فرهنگ‌های دیگر، نگرش‌ها و جهان‌بینی‌های خود را نیز به فرهنگ‌های دیگر منتقل می‌کنند که باعث می‌شود فرهنگ میزبان تکامل یابد که به آن شوک فرهنگی گفته می‌شود (Gerba, 2012). این موضوع زمانی حائز اهمیت بیشتری است که جابه‌جایی بر محوریت تخصص قرار گرفته باشد، چراکه جابه‌جایی دانش با محوریت تفاوت در دیدگاه‌ها و ایدئولوژی‌ها، با آمیختگی جدید در فرهنگ میزبان، می‌تواند چارچوب‌های فکری میزبان را به بازنگری مجدد، وادار کند (Velástegui & Chacón, 2021). با توجه به مطالب فوق‌الذکر و این که در گام دوم آموزش عالی کشور، آموزش عالی فراملی و تقویت دیپلماسی علمی کشور از مسیر بین‌المللی‌سازی آموزش عالی است و برای حرکت در این مسیر پذیرش دانشجوی بین‌المللی از ظرفیت‌ها و برنامه‌های مراکز جذب است. پژوهش حاضر درصدد واکاوی تأثیر شایستگی‌های فردی و مالی بر قصد کارآفرینی دانشجویان خارجی مشغول به تحصیل در ایران با اثر میانجی تئوری انگیزه حفاظتی است.

۲. مبانی نظری پژوهش

این قسمت در پژوهش به بررسی نظریه‌ها، چارچوب‌ها و مفاهیمی که در پایه‌ریزی تحقیق مد نظر قرار گرفته است، می‌پردازد و هدف آن شفاف‌سازی مفاهیم نظری به‌کاربرده‌شده و مشخص‌کردن ویژگی‌های آن است، بدین ترتیب که تعیین مفاهیم نظری، با استناد به نظریات صاحب‌نظران قبلی انجام شده است.

۲-۱. کارآفرینی

کارآفرینی موتور محرک رشد اقتصادی و بخش حیاتی هر جامعه و نیروی محرکه‌ای برای اشتغال، رشد و رقابت بیشتر است و مهم‌ترین منبع نوآوری و اشتغال‌زایی و از جمله عواملی است که در کنار کار و سرمایه مطرح می‌شود (Akbari et al., 2017; Kiyajori et al., 2012). کارآفرینان با استفاده صحیح از امکانات اقتصادی و خلق فرصت‌های تجاری جدید، موجب بهبود عملکرد فعالیت‌های تولیدی و خدماتی می‌شوند و نقشی مهم در توسعهٔ اقتصاد جهانی و افزایش نرخ اشتغال ایفا می‌کنند (Faruokh et al., 2014). این مفهوم در برگیرنده مجموعه فعالیت‌هایی است که با استفاده اثربخش از منابع و امکانات، به پایداری و تحریک پیشرفت اقتصادی و اجتماعی کمک می‌کند، به ایجاد ارزش‌های جدید منجر می‌شود و فرصت‌های استخدام و اشتغال تازه را فراهم می‌آورد (Naijie et al., 2017). افزون بر این کارآفرینی جهت‌گیری کلی و پایداری است که نشان‌دهنده تفکرات تمایلات و علایق نسبت به کارآفرینی

است (Taghvai & Hejazi, 2018) که فرایندها و فعالیت‌های تصمیم‌گیری برای ورود به بازارهای جدید با محصولات و خدمات فعلی یا جدید را در برمی‌گیرد و به فرایندها، عملیات و فعالیت‌های تصمیم‌گیری که منجر به ایجاد ورودی جدید می‌شوند، اشاره دارد (Naderi & Pourjamshidi, 2022). لاگوادور (Laguador, 2013) این تعریف را با افزودن این که کارآفرینی توانایی افراد برای درک نوع محصولات یا خدماتی که دیگران به آن نیاز دارند و ارائه آنها را در زمان مناسب، مکان مناسب به افراد مناسب کامل می‌کند.

۲-۲. شایستگی

شایستگی‌ها را می‌توان به عنوان دانش، مهارت، مجموعه ذهنی و الگوهای فکری که منجر به عملکرد موفق می‌شود، تعریف کرد (Warier, 2014). شایستگی‌های کارآفرینانه به دانش، مهارت‌ها، توانایی‌ها، ارزش‌ها، نگرش‌ها، شخصیت و تخصص که منجر به اقدام کارآفرینانه (Morris et al., 2013) و موفقیت می‌شود، اشاره دارد (Dixon et., 2005). موریس و همکاران (۲۰۱۳)، شایستگی را مجموع اقدامات پیش و پس از انجام کار در نظر می‌گیرند (Vanevenhoven, 2013; Oosterbeek et al., 2010). این مفهوم را می‌توان با نوعی معیار سنجید. با این حال، معیارها همیشه وجود ندارند و حتی در جایی که وجود دارند، ارزیابی‌ها طبق تعریف ذهنی هستند. در نتیجه وجود این چالش‌ها در اندازه‌گیری منجر به مجموعه‌ای از روش‌های ارزیابی شده است که هر کدام دارای مزایا و معایبی در یک زمینه خاص هستند، به طوری که توانایی تولید شاخص‌های معتبر و قابل اعتماد از شایستگی فرد می‌تواند گریزان باشد (Cogbill et al., 2005). اگر چه درک شایستگی برای پر کردن شکاف بین الزامات شغلی و دانش و قابلیت‌های افراد مفید است اما شایستگی، همواره به عنوان یک مفهوم مبهم باقی می‌ماند (Pourjamshidi et al., 2023). این ابهام به عوامل مختلفی مرتبط است، به ویژه این واقعیت که تعریف یک شایستگی به صورت جهانی، معین نیست (Hayton & Kelley, 2006). ارزیابی شایستگی بر اساس افراد است، در حالی که تعریف مفهوم شایستگی سعی می‌کند زمینه را نیز در بر گیرد. به این ترتیب، بسته به این که چه کسی ارزیابی می‌شود، چه کسی ارزیابی را انجام می‌دهد،و زمینه‌ای که شایستگی در آن اعمال می‌شود، می‌تواند تنوع قابل توجهی در نحوه تعریف شایستگی را به وجود آورد (Giagtzi, 2013). شایستگی‌ها را می‌توان به دو دسته کلی فردی و مدیریتی تقسیم کرد. شایستگی فردی منبع درونی دنبال‌کردن مسیری جدید برای فعالیت کارآفرینانه است که در هفت دسته کلی طبقه‌بندی می‌شود. هر چند این دسته‌بندی، چهارچوبی ثابت نیست اما در موضوع مورد مطالعه که فرد تحت‌تأثیر جامعه پیرامون خود و تعارضات بین فرهنگی قرار دارد، می‌تواند اهمیت بیشتری داشته باشد (Jaideep & Vikas, 2013). همچنین شایستگی مالی را که از ابعاد شایستگی مدیریتی است برای ارزیابی فرد از توان دستیابی به دستاوردهایش مبتنی بر مسیری که دنبال کرده است، محسوب می‌شود (Vanevenhoven, 2013). شایستگی مالی برای تأمین منابع و مدیریت آن یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین عناصر در مرحله راه‌اندازی کسب و کار و حفظ حیات آن است، تأمین

مالی و سرمایه دو موضوع بحث‌برانگیز و دغدغه اصلی کارآفرینی هستند (Blumberg & Pfann, 2016) که برآورد هزینه‌های راه‌اندازی برای عملیات و هزینه‌های سرمایه‌ای نیز از قابلیت‌های ضروری برای کارآفرینان است. سرمایه‌گذاران کسب و کار جدید نه تنها باید تأمین مالی از منابع مختلف را در نظر بگیرند، بلکه باید بتوانند در مورد مسائل مالی و ارزیابی کسب و کار خود تصمیم بگیرند (Giagtzi, 2013).

۲-۳. نظریه انگیزش محافظتی[1]

راجرز (۱۹۷۵) نظریه انگیزش محافظت را به عنوان چارچوبی برای درک تأثیر جذابیت‌های ترس توسعه داده است (Rogers & Prentice-Dunn, 1997). وی این نظریه را گسترش داد تا گزارش کلی‌تری از تأثیر ارتباطات متقاعدکننده با تأکید بر فرایندهای شناختی که واسطه تغییر رفتار هستند، ارائه دهد. منشاء این نظریه بر تأثیر متقاعدکننده جذابیت‌های ترس نهفته است که بر شرایطی تمرکز می‌کند که تحت آن جذابیت‌های ترس، ممکن است بر نگرش‌ها و رفتار تأثیر بگذارد و هدف اصلی آن بر این مهم مبتنی است که آیا جذابیت‌های ترس به خودی خود می‌توانند بر نگرش‌ها و رفتار تأثیر بگذارند یا اینکه تأثیرات آنها غیرمستقیم است (Hovland et al., 2015). به طور خاص، علاوه بر انگیزه دریافت‌کننده برای یافتن راه‌هایی برای کاهش خطر (یعنی تسهیل)، ترس ممکن است منجر به ارزیابی انتقادی‌تر توصیه‌های سفارش‌شده (یعنی تداخل) شود. با افزایش ترس (از صفر)، فرض بر این است که تسهیل با سرعت بیشتری نسبت به تداخل افزایش می‌یابد (Ghahremani et al., 2014). نظریه انگیزش محافظت برای ارائه وضوح مفهومی برای کار بر روی جذابیت‌های ترس ایجاد شده است و به طور خاص، راجرز (Rogers, 1975) به دنبال شناسایی متغیرهای کلیدی در جذابیت‌های ترس و همچنین اثرات میانجی شناختی آنها بود. لازم به ذکر است که ارزیابی تهدید با آسیب‌پذیری درک‌شده، آسیب‌پذیری در برابر خطرات و همچنین پاداش مرتبط با رفتارهای غیرایمن تعیین می‌شود. علاوه‌بر این ارزیابی واکنش مبتنی بر خودکارآیی، اثربخشی واکنش و هزینه‌های واکنش مربوط به رفتارهای ایمن یا انطباقی است. ارزیابی خودکارآمدی بر این باور است که افراد می‌توانند به طور موفقیت‌آمیزی رفتارهای حفاظتی را انجام دهند. در نهایت ارزیابی تهدید و ارزیابی مقابله، مقاصد رفتاری را برای اتخاذ حفاظت (در نیت‌های امنیتی) تعیین می‌کنند (Hsie et al., 2016).

۲-۴. توسعه فرضیه‌های پژوهش

ارزیابی مقابله بر قصد کارآفرینانه اثرگذار است. از آنجا که نظریه انگیزش محافظتی بر نحوه ارزیابی افراد و مقابله با تهدیدهایی که باعث ترس می‌شود تمرکز دارد، می‌تواند آسیب‌پذیری درک‌شده در مورد

1- Protective motivation theory

احتمال قرارگرفتن در معرض تهدید، شدت تهدید درک‌شده و اعتقادات در مورد جدی بودن تهدید برای رفاه شخصی را در نظر گیرد (Rogers, 1975). ارزیابی مقابله‌ای، شامل کارآمدی پاسخ، خودکارآمدی و هزینه پاسخ است. اثربخشی پاسخ، اثربخشی رفتار توصیه‌شده در حذف یا پیشگیری از آسیب احتمالی است که از شدت تهدید درک‌شده، ناشی می‌شود. خودکارآمدی در این مدل به این معنی است که فرد می‌تواند رفتار توصیه‌شده را با موفقیت انجام دهد. هزینه‌های پاسخ، هزینه‌های مرتبط با رفتار توصیه‌شده است. میزان توانایی مقابله‌ای که فرد تجربه می‌کند، ترکیبی از اثربخشی پاسخ و خودکارآمدی است، منهای هزینه‌های پاسخ، بنابراین شکست و ترس تأثیر مخربی بر ارزش شخصی، وضعیت مالی و قصد او دارد (Jenkins et al., 2014)

ارزیابی تهدید بر قصد کارآفرینانه اثرگذار است. شدت تهدید و آسیب‌پذیری تهدید مفهوم‌سازی تجربه ترس از شکست را نشان می‌دهد، در حالی که باور به توانایی افراد، عاملی مهم است و قصد کارآفرین بینشی در مورد توانایی مقابله با این تهدیدات ارائه می‌دهد (Cacciotti & Hayton, 2015; Cacciotti et al., 2016). از نظر تئوری، ارزیابی تهدید بالاتر باید به برانگیختگی منفی و مقابله و افزایش علائم روان‌شناختی منجر شود.

شایستگی مالی بر ارزیابی مقابله اثرگذار است. هنگامی که یک کارآفرین به طور فعال و با توانمندی مالی، یک کسب و کار را اداره می‌کند، ترس از شکست در حیطه ارزیابی مقابله از حالت انتزاعی به یک نتیجه بالقوه تغییر می‌کند (Jenkins et al., 2014; Shepherd, 2003) و به ارزیابی پاسخ منجر می‌شود. ارزیابی مقابله‌ای بر پاسخ‌های انطباقی و توانایی فرد برای مقابله و جلوگیری از تهدید متمرکز است. ارزیابی مقابله‌ای، مجموع ارزیابی‌های اثربخشی و خودکارآمدی پاسخ‌ها، منهای هر هزینه‌های فیزیکی یا روان‌شناختی اتخاذ پاسخ پیشگیرانه توصیه‌شده است.

شایستگی مالی بر ارزیابی تهدید اثرگذار است. ادبیات معاصر حاکی از آن است که از ارزیابی تهدید، باید به عنوان یک ویژگی گرایشی، با تأثیر منفی بر مقاصد کارآفرینی فاصله گرفته شود و آن را به عنوان پاسخی مبتنی بر موقعیت به تهدیدهایی که در حین کارآفرینی از جمله کسب شایستگی‌ها تجربه می‌شوند، درک کنند (Cacciotti & Hayton, 2015; Cacciotti et al., 2016). فرایند ارزیابی تهدید شامل شدت و آسیب‌پذیری موقعیت است که بر مبنای منبع تهدید و عواملی که احتمال رفتارهای ناسازگارانه را افزایش یا کاهش می‌دهند، تمرکز می‌کند و شدت به میزان آسیب ناشی از رفتار ناسالم اشاره دارد.

شایستگی فردی بر ارزیابی مقابله اثرگذار است. شایستگی فردی کارآفرینی مجموعه‌ای از مهارت‌ها و رفتار مورد نیاز برای ایجاد، توسعه و رشد یک سرمایه‌گذاری تجاری است. همچنین شامل توانایی مقابله با خطرات ناشی از راه‌اندازی یک تجارت می‌شود و یک بعد آن مربوط به توانایی‌های فردی مانند جستجوی فرصت، استقامت و خطرپذیری است که بر قصد و رفتار مؤثر است (Alusen, 2016). ارزیابی مقابله‌ای شامل ارزیابی فرد از اثربخشی پاسخ رفتار توصیه‌شده (اثربخشی درک‌شده ضدآفتاب در

جلوگیری از پیری زودرس) و همچنین خودکارآمدی درک‌شده فرد در انجام اقدامات توصیه شده است.

شایستگی فردی بر ارزیابی تهدید اثرگذار است. ارزیابی تهدید نه تنها در پاسخ به راه‌اندازی یک کسب‌وکار ظاهر می‌شود و برخی از افراد را از اقدام بر اساس نیات کارآفرینی خود باز می‌دارد، بلکه می‌تواند در طول فرایند کارآفرینی و کسب شایستگی‌های لازم در پاسخ به چالش‌های موجود احساس شود (Kollmann et al., 2017; Morgan & Sisak, 2016). ارزیابی تهدید ترکیبی از شدت درک‌شده (ادراکات مربوط به میزان آسیب) و آسیب‌پذیری درک‌شده (ادراک در مورد احتمال تجربه آسیب) در مورد موقعیت است، بدون در نظر گرفتن پاداش‌های درک‌شده (جنبه‌های مثبت) موقعیت (Lahiri et al., 2021).

شایستگی فردی بر قصد کارآفرینانه اثرگذار است. شایستگی‌ها نقش مهمی در شکل‌دهی به نیت کارآفرینانه دارند (Fernández-Pérez et al., 2019). شایستگی مجموعه‌ای از مهارت‌ها و رفتار مورد نیاز برای ایجاد، توسعه، مدیریت و رشد یک سرمایه‌گذاری تجاری است، همچنین شامل توانایی مقابله با خطرات ناشی از راه اندازی یک تجارت می‌شود. بنابراین یک بعد آن مربوط به توانایی‌های فردی مانند جستجوی فرصت، استقامت، خطرپذیری و ... (Alusen, 2016) برای نقطه آغازین است و بعد دیگر مدیریتی مانند مسئولیت‌پذیری، اعتمادبه‌نفس، استقلال، و هدف محوری (Papulová, 2007) برای ادامه و حیات مسیر در نظر گرفته شده است. ارزیابی فرد از شایستگی‌های فردی و مدیریتی‌اش می‌تواند معیاری برای شناخت نقطه شروع پیش از رویارویی با یک تهدید در آینده باشد.

شایستگی مالی بر قصد کارآفرینانه اثرگذار است. شایستگی نقش مهمی در شکل‌دهی به نیت کارآفرینانه دارند (Fernández-Pérez et al., 2019; Fernandez-Perez, & Rodriguez-Ariza, 2021). شایستگی‌ها کارآفرین را قادر می‌سازد تا اقدام به ارزش‌افزوده، نوآوری و بهره‌برداری کند.

۳. روش‌شناسی

روش‌شناسی تحقیق روشی نظام‌مند برای حل مسئله از طریق جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از فنون مختلف، ارائه تفسیر داده‌های جمع‌آوری شده است که در مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش روش استفاده شده از نوع پیمایشی و مدل‌سازی معادلات ساختاری است که جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS22 و Smart PLS بهره گرفته است. جامعه آماری پژوهش شامل ۲۸۲ دانشجوی خارجی دانشگاه تهران در مقاطع کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری در حال تحصیل هستند (به گزارش دفتر بین‌الملل دانشگاه تهران). در خصوص تعیین حجم نمونه، یک حجم نمونه ۱۰۰ تا ۲۰۰تایی، معمولاً به عنوان نقطه شروع در مدل مسیر مناسب است. به این جهت در پژوهش حاضر نمونه‌ای به صورت هدفمند در دسترس به حجم ۱۸۳ نفر در نظر گرفته شد و داده‌های حاصل با نرم‌افزار PLS که به قابلیت مربوط به نمونه‌هایی با حجم کوچک شناخته شده است، تحلیل شد. به منظور جمع‌آوری داده‌ها، از پرسش‌نامه محقق‌ساخته استفاده شد. علاوه بر آن برای سنجش روایی ابزار پژوهش نیز از

کمیته محققان و افراد صاحب‌نظر در زمینه مدیریت و کارآفرینی درخواست شد که در خصوص روایی پرسش‌نامه اظهارنظر کنند، پس از جمع‌بندی نقطه‌نظرات آنان نسبت به اصلاح و تنظیم فرم نهایی اقدام و قالب نهایی پرسش‌نامه توزیع گردید. همچنین برای تعیین پایایی نیز ۳۰ پرسش‌نامه از پاسخگویان بیرون از نمونه مورد مطالعه تکمیل شد و ضریب آلفای کرونباخ برای متغیرهای پژوهش محاسبه گردید. با استناد به هیر (Hair et al., 2010) که میزان ۰/۷ و بیشتر برای آلفای کرونباخ، ۰/۶ و بیشتر برای پایایی ترکیبی (میزان شدت واپایش خطاهای اندازه‌گیری)[1] و ۰/۷ و بیشتر را برای میانگین واریانس استخراج‌شده[2] مناسب می‌داند مقادیر به‌دست‌آمده حاکی از آن است که ابزار تحقیق، قابلیت قابل قبول و پایایی خوبی برای گردآوری داده‌ها دارد که در جدول ۱ مقادیر گزارش گردیده است.

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

متغیرهای پنهان	Cronbach alpha	rho_A	CR	(AVE)
ارزیابی مقابله	۰/۹۱۷	۰/۹۲۶	۰/۹۲۹	۰/۵۰۳
شایستگی مالی	۰/۹۰۷	۰/۹۲۰	۰/۹۱۹	۰/۴۵۱
قصد	۰/۸۱۸	۰/۸۳۰	۰/۸۷۴	۰/۵۸۴
شایستگی فردی	۰/۹۵۱	۰/۹۵۳	۰/۹۵۵	۰/۴۲۳
ارزیابی تهدید	۰/۹۰۷	۰/۹۱۳	۰/۹۲۲	۰/۵۰۰

مقادیر به‌دست‌آمده حاکی از آن است که ابزار تحقیق، قابلیت قابل قبول و پایایی خوبی برای گردآوری داده‌ها دارد، همچنین به منظور بررسی پایایی ترکیبی (میزان شدت واپایش خطاهای اندازه‌گیری) و روایی (اعتبار) سازه از دو شاخص (AVE) و (CR) در نرم‌افزار PLS استفاده شد که مقایسه مقادیر حاصل با مقادیر معیار گزارش‌شده در مطالعه هیر (۲۰۱۰) تأییدکننده برازش مناسب آن است. شاخص روایی یگانه‌ـدوگانه[3] از دیگر معیارهای مناسب برای سنجش روایی واگرا در مدل معادلات ساختاری محسوب می‌شود که مقادیر آن برای متغیرهای پژوهش در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. مقادیر گزارش‌شده سنجش نسبت روایی یگانه‌ـدوگانه

	ارزیابی مقابله	شایستگی مالی	قصد	شایستگی فردی	ارزیابی تهدید
ارزیابی مقابله	-	-	-	-	-
شایستگی مالی	۰/۸۲۱	-	-	-	-
قصد	۰/۸۱۱	۰/۷۳۷	-	-	-
شایستگی فردی	۰/۸۴۵	۰/۸۱۷	۰/۷۶۶	-	-
ارزیابی تهدید	۰/۹۲۰	۰/۰۸۴۵	۰/۸۰۵	۰/۸۹۳	-

1- Combined reliability 2- Average variance extracted 3- Heterotrait-monotrait ratio of correlations

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

۴. یافته‌ها

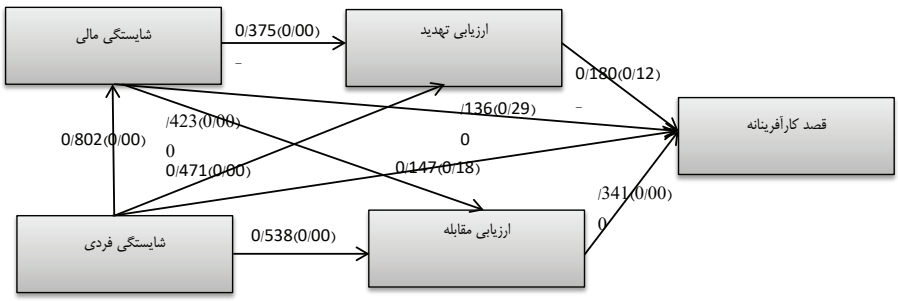
نتایج آمار توصیفی نشان می‌دهد که ۶۶ درصد شرکت‌کنندگان پژوهش مرد و ۳۴ درصد زن بودند که ۵۵ درصد آنان متأهل هستند، همچنین در این پژوهش ۴۱ درصد افراد در مقطع کارشناسی، ۳۸ درصد در مقطع کارشناسی ارشد و ۲۱ درصد در مقطع دکتری مشغول به تحصیل بودند، علاوه بر این ملیت آنان در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳. نتایج توصیفی از ملیت شرکت‌کنندگان در پژوهش

متغیر	گروه	فراوانی	درصد
ملیت	افغانستانی	۵۷	۰/۳۱
	عراقی	۳۵	۰/۱۹
	سوریه	۲۶	۰/۱۴
	انگلیسی	۵	۰/۰۳
	پاکستانی	۲۲	۰/۱۲
	روسی	۳	۰/۰۱
	فرانسوی	۷	۰/۰۳
	نیجریه‌ای	۲	۰/۰۱
	ترکیه‌ای	۱۰	۰/۰۵
	چینی	۹	۰/۰۴
	ژاپنی	۲	۰/۰۱
	کره‌ای	۲	۰/۰۱
	لبنانی	۳	۰/۰۱
	کل	**۱۸۳**	**۱۰۰**

با توجه به نتایج جدول ۳، مشاهده می‌شود که از ۱۸۳ مشارکت‌کننده در این تحقیق، بیشترین سهم را دانشجویان افغانستانی داشته‌اند که نزدیک به ۳۱ درصد نمونه آماری را شامل شده‌اند. علاوه بر این دانشجویان عراقی با ۱۹ درصد و دانشجویان اهل سوریه با ۱۴درصد در رده‌های دوم و سوم قرار داشتند. در ادامه با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل مجذورات جزئی به بررسی مدل مفهومی پژوهش پرداخته شده است تا با استفاده از نتایج آزمون به بررسی روابط بین متغیرهای

پژوهش، ضرایب اعتبار و پایایی و کیفیت مدل پرداخته شود. در زیر مدل مربوط به ضرایب مسیر و مقادیر تی گزارش شده است (شکل ۱).



شکل ۱. مدل نهایی برازش‌شده برای پیش‌بینی قصد کارآفرینانه (ضرایب بتا و سطح معنی‌داری داخل پرانتز اشاره شده است)

شکل ۱ مدل تحلیل عاملی تأییدی چندسطحی و معادلات ساختاری را در حالت تخمین ضرایب معیار نشان می‌دهد. با توجه به مدل فوق، متغیرهای شایستگی فردی و شایستگی مالی نقش مستقل، نظریه انگیزش محافظتی، نقش میانجی و قصد کارآفرینی، نقش وابسته را ایفا می‌کند. ضرایب بین متغیرهای اصلی و خرده‌مقیاس‌های آنان بارهای عاملی مرتبه دوم هستند و ضرایب بین متغیرهای اصلی، ضرایب مسیر یا معادلات ساختاری هستند که در نهایت توانستند میزان ۵۶ درصد واریانس متغیر وابسته اصلی یعنی متغیر قصد کارآفرینانه را تبیین نمایند.

بررسی کفایت مدل

در مدل PLS Smart جهت بررسی برازش مدل SSE (مجموع مجذورات خطای پیش‌بینی) برای هر بلوک متغیر پنهان و (SSE/SSO -1) نیز شاخص اعتبار اشتراک یا COM-CV را نشان می‌دهد که اگر شاخص وارسی اعتبار اشتراک متغیرهای پنهان مثبت باشد، مدل اندازه‌گیری کیفیت مناسب دارد (جدول ۴).

جدول ۴. شاخص وارسی اعتبار اشتراک متغیرهای پنهان

	SSO	SSE	$(Q^2 = 1-SSE/SSO)$
ارزیابی مقابله	۲۳۷۹,۰۰۰	۱۵۵۲,۰۵۳	۰/۳۸۴
شایستگی مالی	۲۵۶۲,۰۰۰	۱۸۷۴,۲۸۴	۰/۲۶۸
قصد	۹۱۵,۰۰۰	۶۲۶,۹۸۱	۰/۳۱۵
شایستگی فردی	۵۳۰۷,۰۰۰	۵۳۰۷,۰۰۰	۰
ارزیابی تهدید	۱۳۸۵,۳۷۸	۱۳۸۵,۳۷۸	۰/۳۶۹

بر اساس نتایج جدول ۴، ملاحظه می‌شود که شاخص وارسی اعتبار اشتراک متغیرهای پنهان برای تمام سازه‌ها مثبت است، بنابراین مدل تدوین‌شده از کفایت مناسبی برخوردار است. در نهایت، پس از تأیید کفایت و پایایی و روایی‌های مورد نیاز، به بررسی اثرات متغیرهای پژوهش بر قصد کارآفرینی پرداخته شده است.

جدول ۵. بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای پژوهش

مسیر	اثرات مستقیم و سطح معناداری	اثر غیرمستقیم	نتیجه
ارزیابی مقابله -> قصد	۰/۳۴۱(۰/۰۰)	-	تأیید
شایستگی مالی -> ارزیابی مقابله	۰/۴۲۳(۰/۰۰)	-	تأیید
شایستگی مالی -> قصد	۰/۱۳۶(۰/۲۹)	-	رد
شایستگی مالی -> ارزیابی تهدید	-۰/۳۷۵(۰/۰۰)	=	تأیید
شایستگی فردی -> ارزیابی تهدید	۰/۴۷۱(۰/۰۰)	-	تأیید
شایستگی فردی> شایستگی مالی	۰/۸۰۲(۰/۰۰)	=	تأیید
شایستگی فردی -> قصد	۰/۱۴۷(۰/۱۸)	=	رد
شایستگی فردی -> ارزیابی مقابله	۰/۵۳۸(۰/۰۰)	=	تأیید
ارزیابی تهدید -> قصد	-۰/۱۸۰(۰/۱۲)	=	رد
شایستگی مالی -> ارزیابی مقابله -> قصد	-	۰/۱۴۴(۰/۰۱)	تأیید
شایستگی فردی -> شایستگی مالی -> ارزیابی مقابله	-	۰/۳۳۹(۰/۰۲)	تأیید
شایستگی فردی -> شایستگی مالی -> ارزیابی تهدید	-	-۰/۳۰۱(۰/۰۰)	تأیید
شایستگی فردی -> ارزیابی مقابله -> قصد	-	۰/۱۶۱(۰/۰۲)	تأیید
شایستگی فردی -> شایستگی مالی -> قصد	-	۰/۱۰۹(۰/۰۲)	تأیید
شایستگی فردی -> شایستگی مالی -> ارزیابی تهدید -> قصد	-	۰/۵۴(۰/۰۱)	تأیید
شایستگی فردی -> ارزیابی تهدید -> قصد	-	۰/۰۹۷(۰/۰۰)	تأیید
شایستگی مالی -> ارزیابی تهدید -> قصد	-	۰/۰۶۸(۰/۰۰)	تأیید
شایستگی فردی -> شایستگی مالی -> ارزیابی مقابله -> قصد	-	۰/۱۱۶(۰/۰۳)	تأیید

بر اساس نتایج جدول ۵ مشخص است که اغلب مسیرها نشان از وجود ارتباط معناداری بین متغیر مستقل و میانجی و وابسته دارند ولی در این بین، با توجه به سطح معناداری گزارش‌شده اثر متغیرهای شایستگی مالی، شایستگی فردی و ارزیابی تهدید بر قصد کارآفرینانه معنادار نبوده است. مسیر سنجش اثر متغیر شایستگی فردی با واسطه شایستگی مالی بر ارزیابی مقابله نیز معنادار نبوده است ($p<۰/۰۵$).

جدول ۶. شاخص‌های برازندگی مدل معادلات ساختاری پژوهش

شاخص	مدل معیار	مقدار گزارش‌شده
Chi-Square	۵۸۳۵/۹۴۱	۵۸۵۲/۴۲۱
RMR	۰/۰۸	۰/۰۸
d_ULS	۱۷/۶۵۰	۱۸/۰۴۴
d_G	۷/۵۴۰	۷/۵۸۲
NFI	۰/۵۱۵	۰/۵۱۴

با توجه به مقادیر گزارش‌شده شاخص‌های برازندگی در جدول (۶) از جمله شاخص کای‌اسکوئر که فراوانی‌های مورد انتظار را با فراوانی‌های تحقیق می‌سنجد، شاخص ریشه میانگین مربعات باقی‌مانده (RMR) با میزان ۰/۰۸ و شاخص تناسب به هنجار (NFI) به همراه دو معیار فاصله اقلیدسی (d_ULS) و فاصله ژئودزیکی (d_G) که برای ارزیابی برازش مدل در حداقل مربعات جزئی با عنوان معیارهای تناسب راستین شناخته می‌شوند، بر اساس مقایسه با معیار گزارش‌شده حاکی از آن است که سازه‌های مورد استفاده برای سنجش قصد کارآفرینانه تطابق مناسب و قابل قبولی را نشان می‌دهند (جدول ۶).

۵. بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر شایستگی فردی و مالی، بر قصد کارآفرینانه با دخالت متغیر میانجی انگیزش محافظتی، در بین دانشجویان خارجی در حال تحصیل در ایران انجام شد. همان طور که یافته‌های حاصل از بخش نشان می‌دهد، ارزیابی مقابله بر قصد کارآفرینی تأثیر معنادار دارد و می‌توان گفت که ارزیابی مقابله‌ای ترکیبی از اثربخشی پاسخ است که قصد کارآفرینانه را به عنوان بازتاب وضعیت ذهنی فرد تحت‌تأثیر قرار می‌دهد که او را به سمت خوداشتغالی سوق می‌دهد. این یافته با مطالعات سایر محققان، مانند فرناندز و همکاران (Fernández-Pérez et al., 2019) هم‌سو است که بیان می‌کنند شایستگی‌ها با درک چگونگی شکل‌گیری و فعال‌شدن در محیطی صحیح، فعال می‌شوند. افزون بر این، وجود تصویری مثبت که ناشی از شایستگی‌های فردی است، نشان می‌دهد فرد برای ارزیابی پاسخ می‌تواند روی خودش، حساب کند و بنابراین به تهدید ارزیابی‌شده، واکنش مثبت نشان خواهد داد و این تصویر از خود، بر تصمیم‌گیری‌ها برای کنش در یک فرصت تأثیر می‌گذارند. نتایج با یافته‌های سی و همکاران (Hsieh et al., 2016) هم‌سو است، همچنین شایستگی‌های فردی در نظر گرفته‌شده در پژوهش که شامل دانش، خلاقیت، انگیزه، خطرپذیری، تعهد و اعتماد به نفس است، از طریق نظریه انگیزش محافظتی قصد کارآفرینانه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند چرا که شایستگی فردی، مجموعه‌ای از ویژگی‌ها است که به ترسیم نگرش و رفتار کارآفرینان کمک می‌کند افراد را کم و بیش در کسب توانمندی برای اقدامات لازم کارآفرینانه یاری می‌کند. نتایج با پژوهش با مطالعات قبلی هم‌سو است (Cacciotti &

Hayton, 2015). همچنین شایستگی مالی از طریق نظریه انگیزش محافظتی بر قصد کارآفرینانه اثرگذار است، در این راستا کاتیلا و همکاران نیز در مطالعات خود به دستیابی به منابع مالی به عنوان یک وظیفه کلیدی برای یک سرمایه‌گذاری موفق اشاره کرده‌اند (Katila et al., 2008). با این حال، این مهم برای بسیاری از کارآفرینان جوان، به ویژه کسانی که به‌تازگی از دانشگاه‌ها فارغ‌التحصیل شده‌اند و نمی‌توانند به راحتی بودجه دریافت کنند، قدری چالش‌برانگیز خواهد بود زیرا آنها هم تجربه و هم ارتباطات لازم برای دریافت چنین منابعی را ندارند. شایان‌ذکر است که به دنبال بررسی افزایش نیت و قصد کارآفرینانه باید تأثیر غیرمستقیم شایستگی‌های مالی و فردی نیز بررسی شود زیرا فرد برای آن که بتواند در ارزیابی واکنش خود، هزینه پاسخ را به صرفه نگاه دارد، باید بتواند سازمانی را شکل دهد و بر ابعاد حیات آن مسلط باشد. از سوی دیگر منابع مالی، در صورت بهبود و تقویت می‌توانند بر قصد کارآفرینانه تأثیر معناداری داشته باشند. نتایج با یافته‌های قبلی هم‌سو است (Hsie et al., 2016; Huezo-Ponce et al., 2021). چنان چه با تقویت این شایستگی، ارزیابی پاسخ نیز قوی‌تر باشد و از آن جایی که این شایستگی، با ابهامات و عدم قطعیت‌هایی روبه‌رو می‌شود که کارآفرینی نیز در همین بستر شکل می‌گیرد، تأثیر و تأثر آنها باید مد نظر قرار گیرد. نتایج حاصل با نتایج مطالعه (Menke, 2018) هم‌سو است. افزون بر این نتایج معادلات ساختاری نشان می‌دهد، ارزیابی که شامل کارآمدی پاسخ و هزینه پاسخ است، نوعی رفتار توصیه‌شده در حذف یا پیشگیری از آسیب احتمالی است که از شدت تهدید درک‌شده، ناشی می‌شود به این معنی که فرد می‌تواند رفتار توصیه‌شده را با موفقیت انجام دهد، هزینه‌های پاسخ، هزینه‌های مرتبط با رفتار توصیه‌شده و میزان توانایی مقابله‌ای که فرد تجربه می‌کند را ارتقا دهد اما علی‌رغم آن اثرگذاری ارزیابی تهدید در این پژوهش بر قصد کارآفرینانه اثر مستقیم و معناداری ندارد، شاید بتوان گفت ارزیابی تهدید، که شامل شدت و آسیب‌پذیری موقعیت است و بر مبنای منبع تهدید و عواملی است که احتمال رفتارهای ناسازگارانه را افزایش یا کاهش می‌دهند و به میزان آسیب ناشی از رفتار ناسالم اشاره دارد، پاسخی مقابله‌ای است که می‌تواند رویداد ترس‌آور را کاهش دهد یا حذف کند و شاید به سبب این که مطالعه حاضر در رابطه با دانشجویان خارجی از کشورهای مختلف صورت گرفته است، این رابطه معنادار نشده است. افزون بر این، در نتایج پژوهش مشخص شد که ارتباط مستقیمی بین شایستگی‌های فردی، ارزیابی تهدید و شایستگی مالی با متغیر وابسته قصد کارآفرینانه وجود ندارد اما این متغیرها، به صورت غیرمستقیم بر قصد کارآفرینانه اثرگذارند. نتایج قسمت دوم مطالعه با یافته‌های پژوهش (Morgan & Sisak, 2016) هم‌سوست.

۶. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر شایستگی‌های فردی و مالی بر شکل‌گیری قصد کارآفرینانه با میانجی‌گری تئوری انگیزه حفاظتی در بین دانشجویان خارجی انجام شد. یافته‌های حاصل از نتایج

ارائه‌شده در پژوهش که حاکی از بیان ضرایب مسیر و سطح معناداری آنهاست، نشان داد که اکثر فرضیه‌ها مورد تأیید قرار گرفتند، از جمله تأیید اثرگذاری ارزیابی مقابله بر قصد کارآفرینانه. افزون بر این، دیگر فرضیه‌های مطرح‌شده، از جمله تأثیر شایستگی مالی بر ارزیابی تهدید، تأثیر شایستگی مالی بر ارزیابی مقابله، تأثیر شایستگی مالی بر ارزیابی تهدید، تأثیر شایستگی فردی بر ارزیابی مقابله و تأثیر شایستگی فردی بر ارزیابی تهدید مورد تأیید قرار گرفتند و فرضیه‌های اثرگذاری شایستگی فردی بر قصد کارآفرینانه و شایستگی مالی بر قصد کارآفرینانه به همراه فرضیه بررسی تأثیر ارزیابی تهدید بر قصد کارآفرینانه در این پژوهش مورد تأیید قرار نگرفتند. بنابراین با توجه به این که قصد کارآفرینی به شایستگی‌های مالی و فردی کارآفرینی مربوط می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که ارزیابی تهدید یا آسیب‌پذیری درک‌شده در برابر خطرات و همچنین پاداش مرتبط با رفتارها، حاکی از آن است که افراد می‌توانند به طور موفقیت‌آمیزی، رفتارهای حفاظتی را انجام دهند، همچنین باید توجه داشت که نظریه انگیزش محافظتی شامل دو گویه ارزیابی تهدید و ارزیابی واکنش است و نتیجه مطالعات، نشان از تأثیر معنادار ارزیابی واکنش بر قصد کارآفرینانه دارد. این پاسخ می‌تواند به دلیل درحال‌تحصیل بودن جامعه مخاطبان باشد چرا که تحصیل، باعث افزایش مقطعی شایستگی‌های محوری، مانند اعتماد به نفس و شبکه ارتباطی می‌شود و به طبع آن، تمامی شایستگی‌ها، قدرتمندتر از حالت واقعی خود ارزیابی می‌شوند. همچنین در فضاهای علمی، مانند دانشگاه، تناقضات فرهنگی-اجتماعی نسبت به جامعه عمومی در حداقل ممکن قرار دارد، در نتیجه اهمیت ایجاد قصد کارآفرینانه در طول تحصیل می‌تواند محوری‌تر باشد.

۷. پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش پیشنهاد می‌گردد در مطالعات دیگر، مدل مورد بررسی بعد از تحصیل و در ابعاد فرهنگی نیز اندازه‌گیری شود. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده بر روی بررسی تأثیر شایستگی‌ها بر قصد کارآفرینانه با متغیر میانجی نظریه انگیزش محافظتی و تعدیل‌گر الگوی نقش، به دلیل آن که می‌تواند در کاهش ارزیابی تهدید و افزایش ارزیابی پاسخ مؤثر باشد، تمرکز نمایند. علاوه بر این، بررسی تأثیر شایستگی‌ها بر قصد کارآفرینانه با متغیر میانجی نظریه انگیزش محافظتی به صورت مرحله‌ای در مقاطع زمانی متفاوت، به دلیل آن که مقاطع ورود، تحصیل و بازار کار که دارای شدت متفاوتی از شایستگی‌ها است نیز می‌تواند زمینه‌های جدید از درک شایستگی‌ها و قصد کارآفرینانه را باز کند. در دنیای مدرن نیز بررسی تأثیر شایستگی‌ها بر قصد کارآفرینانه با متغیر میانجی رسانه به دلیل آن که رسانه دارای قدرت تغییر شدت قضاوت است، می‌تواند درب‌های جدیدی در درک اتفاقات جهان پیش رو باشد.

References

- Akbari, M., Ahangar, A. Hoshmandzade, M. Tahmasbi, R. (2016). The effect of gender differences in entrepreneurial intention of students. *Iranian Journal Engineering Education*. 73.45-65. [in Persian].
- Atouei, A., Teoh, A.P. (2020). The effects of perceived warmth and perceived competence on passengers' satisfaction and airline's image: the moderating role of airline's green initiatives. *Journal of Arts & Social Sciences*, 4(1), 1-17.
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 50(2). 248-287.
- Jubari, I., Hassan, A., & Liñán, F. (2019). Entrepreneurial intention among University students in Malaysia: integrating self- determination theory and the theory of planned behavior. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 15 (4), 1323- 1342.
- Cacciotti, G., Hayton, J. (2015). Fear and entrepreneurship: A review and research agenda. *International Journal of Management Reviews*. 17(2). 165-190. doi.org/10.1111/ijmr.12052
- Cacciotti, G., Hayton, J., & Mitchell, R. (2016). A reconceptualization of fear of failure in entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*. 31(3). 302-325.
- Delanöe-Gueguen, S., & Fayolle, A. (2019). Crossing the entrepreneurial rubicon: A longitudinal investiga- tion. *Journal of Small Business Management*. 57 (3). 1044-1065.
- Dixon, R., Meier, R. L., Brown, D. C., & Custer, R. L. (2005). The critical entrepreneurial competencies required by instructors from institution-based enterprises: A Jamaican study. *Journal of Industrial Teacher Education.42 (4).*25-51.
- Faroukh, M., Iqbal, S., Tanzila, M., & Khan, I. (2014). The impact of innovation climate & job satisfaction on corporate entrepreneurship, *Journal of Asian Business Strategy*, 4 (12), 208-216. [in Persian]
- Fernández-Pérez, V., Montes-Merino, A., Rodríguez-Ariza, L., & Alonso Galicia, P. E. (2019). Emotional competencies and cognitive antecedents in shaping student's entrepreneurial intention: the moderating role of entrepreneurship education. *Internationl Entrepreneurship Management*. 15(2). 281-305. DOI: 10.1007/s11365-017-0438-7.
- Gerba, D. (2012). Impact of entrepreneurship education on entrepreneurial intentions of business and engineering students in Ethiopia. *African Journal of Econo- mic and Management Studies. 4(3).* 258-277. https://doi.org/10.1108/20400701211265036 258-277.
- Getha-Taylor, H., Hummert, R., Nalbandian, J., & Silvia, C. (2013). competency model design and assessment: findings and future directions. *Journal of Public Affairs Education*, 19 (1), 141-171.
- Giagtzi, Z. (2013). How perceived feasibility and desirability of entrepreneurship influence entrepreneurial intentions. *Business Economics*. Retrieved from http://hdl.handle.net/2105/13598.
- Ghahremani L, Faryabi R, & Kaveh, H. (2014). Effect of health education based on the protection motivation theory on malaria preventive behaviors in rural households of Kerman, Iran. *International Journal of Preventive Medicine*. 5(4). 463-471.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. (2010) *Multivariate data analysis*. 7th Edition, Pearson, New York.
- Hovland, C., Janis, I., & Kelley, H. (1953). *Communication and persuasion.* New Haven: Yale University Press. *Open Journal of Philosophy*. 2(2). 132-145.
- Hsieh, H.-L., Kuo, Y.-M., Wang, S.-R., Chuang, B.-K., & Tsai, C.-H. (2016). A study of personal health record user's behavioral model based on the PMT and UTAUT integrative perspective. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 14(1). 8-15.
- Huezo-Ponce, L., Fernandez-Perez, V., & Rodriguez-Ariza, L. (2021). Emotional competencies and entrepreneurship: modeling universities. *International Entrepreneurship Management*. 17(3). 1497-1519. DOI: 10.1007/s11365-020-00683.
- Jenkins, A., Wiklund, J., & Brundin, E. (2014). Individual responses to firm failure: Appraisals, grief, and the

influence of prior failure experience. *Journal of Business Venturing*. 13(2) 17-33.

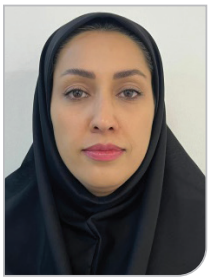
- Kiajjouri, d. Potter, a. Amiri, B. (2012). The necessity of entrepreneurship in the economic and social development of society, national conference on entrepreneurship and knowledge-based business management, Babolsar, *Taroud Shomal Shomal Research Company*. 7(2). 545-557.
- Laguador, J. M. (2013). A correlation study of personal entrepreneurial competency and the academic performance in operations management of business administration students. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 3(5). 61-70.
- Lahiri A, Jha SS, Chakraborty A, Dobe M and Dey A (2021) Role of threat and coping appraisal in protection motivation for adoption of preventive behavior during covid-19 pandemic. *Frontiers in Public Health*. 9(5).58-69. https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.678566
- Marikyan, D. & Papagiannidis, S. (2023) Protection motivation theory: A review. In S. Papagiannidis (Ed), TheoryHub Book. Available at https://open.ncl.ac.uk / ISBN: 9781739604400
- Mehta, N., Lalwani, L., Momaya, K., & Jain, K. (2014). Exploring the patterns of venture scale-up: Findings for IITB related ventures. *Challenges and Opportunities for IE in Emerging Economies*. 3(4). 301-307.
- Menke, M. (2018). Unravelling entrepreneurial competencies and their relation to entrepreneurial intent. *International Journal of Entrepreneurial Venturing*.10(6). 663-687.
- Mitchell, R., & Shepherd, D. (2010). To thine own self be true: Images of self, images of opportunity, and entrepreneurial action. *Journal of Business Venturing*. 5(21). 138-154. DOI: 10.1016 /j.jbusvent .2008.08.001
- Morgan, J., & Sisak, D. (2016). Aspiring to succeed: A model of entrepreneurship and fear of failure. *Journal of Business Venturing*. 31(1). 1-21.doi: 10.1016/j.jbusvent.2015.09.002.
- Morris, M., Kuratko, D., Schindehutte, M., & Spivack, A. (2012). Framing the entrepreneurialexperience. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 36(1). 46- 53. https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2011 .00 471
- Naderi N,. Pourjamshidi, H (2021). The role of social networks on the entrepreneurial orientation of students. 13(2). 291-309. Doi. 10.22034/BAR.2022.13670.3446. [in Persian].
- Nayaji, M.J. Panahifar, F. Esfandiari, Z. (2017). The combined effect of internal marketing on the entrepreneurial orientation of cultural-sports clubs: the mediating role of innovation culture and knowledge management capabilities. *Entrepreneurship Development*, 1(2). 393-375. [in Persian].
- Oosterbeek, H., Praag, M., & Ijsselstein, A. (2010). The impact of entrepreneurship education on entrepreneurship skills and motivation. *European Economic Review. 45(3).* 442-454. *doi.org/ 10.101 6/ j.euro ec orev.2009.08.002.*
- Parck, C. (2017). A study on effect of entrepreneurship on entrepreneurial intention Focusing on ICT majors. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship 11(2). 159-170 . DOI 10.1108 /APJIE-08-2017-024.*
- Pourjamshidi, H. Naderi, N. & Rezaei, B. (2023). Identifying and prioritizing business coaching requirements. *Organizational Resource Management Research.* 13(1) 21-36. (In Persian).
- Rankin, N. (2004). *The new prescription for performance: the eleventh competency benchmarking survey*. Competency & Emotional Intelligence Benchmarking. 3(5). London: IRS.
- Rogers, R. W., & Prentice-Dunn, S. (1997). Protection motivation theory. In D. S. Gochman (Ed.), *Handbook of health behavior research 1: Personal and social determinants* .4 (3). 113-132.
- Shane, S., Locke, E. A., & Collins, C. J. (2003). Entrepreneurial motivation. *Human Resource Management Review*. 13(2). 257-279. https://doi.org/10.1016/S1053-4822(03).
- Sarkar, A. (2016). Is it time to do away with annual performance appraisal system?: benefits and challenges ahead. *Human Resource Management International Digest*. 24 (3). 7-10.
- Tahmasbi, R. Akabri, M. Hoshmandzade, M. Ahangar solebani, A. (2016). The effects of entrepreneurial education on entrepreneurial behavior of students, the case of Faculty of Entrepreneurship. *Iranian Journal Engineering Education*. 75.103-128. [in persian].
- Taqvaee, S. Hejazi, S.R. (2018). The effect of entrepreneurial orientation on strategic learning. Explaining the role of effectiveness strategy. *Entrepreneurship Development*. 1(2).320-301. [in Persian].
- Vanevenhoven, J. (2013). Advances and challenges in entrepreneurship education. *Journal of Small Business*

Management. 51(3). 466-470. doi.org/10.1111/jsbm.12043.
- Velástegui, Oswaldo Verdesoto; Chacón, Sergio Chión (2021). Emotional competencies and entrepreneurial intention: An extension of the theory of planned behavior case of Ecuador, *Cogent Business & Management*, 8(1). 1-18. doi.org/10.1080/23311975.2021.1943242Warier,
- Zanabazar, A., Jigjiddorj, S. (2020). The factors effecting entrepreneurial intention of university students: case of Mongolia. In SHS Web of Conferences. doi.org/10.1051/shsconf/20207301034.
- Yatribi, T. (2016). Application of Krueger's model in explaining entrepreneurial intentions among employees. *International Journal of Human Resource Studies*. 6(2).38-51. DOI: 10.5296 /ijhrs .v6i2 .9259

مرتضی اکبری: دانشیار دانشکده کارآفرینی دانشگاه تهران است.

علیرضا حاتمی: دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته کارآفرینی دانشگاه تهران است. حوزه علاقهٔ ایشان قصد کارآفرینانه است.

حدیث پورجمشیدی: فارغ‌التحصیل دکتری در رشته کارآفرینی است. در حال حاضر به عنوان مدرس در دانشگاه مشغول به تدریس است.



نسرین ماه‌آورپور: ایشان دارای مدرک کارشناسی‌ارشد از دانشگاه اصفهان و مدرک دکتری از دانشگاه الزهرا در رشته مدیریت بازاریابی است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۹۹، پاییز ۱۴۰۲، صص.۱۳۰-۱۲۹

بیانیه هشتمین کنفرانس بین‌المللی آموزش مهندسی ایران

محل برگزاری: دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه‌آهن
زمان: دوشنبه و سه‌شنبه ۱۵ و ۱۶ آبان ماه ۱۴۰۲

هشتمین کنفرانس بین‌المللی آموزش مهندسی ایران، در روزهای ۱۵ و ۱۶ آبان‌ماه ۱۴۰۲، با حضور اندیشمندان و پژوهشگران حوزه آموزش مهندسی برگزار شد. "**بررسی جایگاه، نیازها و اولویت‌ها در آموزش مهندسی**" به عنوان مأموریت محوری هشتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن آموزش مهندسی ایران، مد نظر قرار گرفت. این کنفرانس، شامل ۶ سخنرانی توسط مسئولین و دلسوزان حوزه آموزش مهندسی، ۶ سخنرانی کلیدی توسط متخصصین و صاحب‌نظران داخلی و بین‌المللی، ۶ نشست تخصصی با حضور استادان، صنعتگران، محققین و اندیشمندان ایرانی و خارجی، یک کارگاه آموزشی، ۲۵ ارائه مقالات شفاهی و ۳۷ مقاله به صورت پوستر بود و سعی شد تا با برگزاری آن، ضمن رصد وضعیت کنونی، راهکارهای عملی برای رشد کیفی آموزش مهندسی در کشورمان پیشنهاد شود. به طور خلاصه، طی این رویداد محورهای زیر مورد بحث، بررسی و نقد محققین و اندیشمندان حوزه آموزش مهندسی قرار گرفت:

- مرور تجربیات اعتباربخشی در وزارت بهداشت، با تأکید بر اعتباربخشی/ اعتبارسنجی تحصیلات تکمیلی
- کاربرد هوش مصنوعی به عنوان مولد و آینده مشاغل مهندسی
- ارتقای آموزش مهندسی با استفاده از تجارب زیسته مهندسان
- بررسی تحولات انقلاب‌های چهارم و پنجم صنعتی و مسئله توانمندسازی دانشجویان مهندسی
- بازمهندسی آموزش عالی، از طریق فناوری‌های دیجیتال هوشمند
- بررسی منتوری و توسعه حرفه‌ای استادان جوان
- بررسی تأثیر و کاربرد هوش مصنوعی (AI) در مهندسی و آموزش‌های مهندسی: "جایگاه، نیازها و اولویت‌ها"
- بررسی تجربیات بین‌المللی آموزش مهندسی
- تحول در آموزش مهندسی مبتنی بر فناوری، به کمک استادان دانشگاه‌ها: ضرورت‌ها و چالش‌ها
- ترویج فرهنگ ارزیابی کیفیت در دانشگاه‌های صنعتی و دانشکده‌های مهندسی

همچنین، توجه به موضوع مهاجرت نخبگان، رفع موانع توسعه همکاری‌های بین‌المللی، ضرورت توجه به استقلال نهادهای علمی و دانشگاه‌ها، به ویژه جذب هیئت علمی، ضرورت بازنگری در برنامه درسی مطابق با انقلاب‌های صنعتی و فناوری در عصر صنعت چهار و پنج، تقویت همکاری‌های دانشکده‌های مهندسی با صنعت، ضرورت توانمندسازی اعضای هیئت علمی متناسب با فناوری‌های روز دنیا، تقویت پژوهش‌های آموزشی در دانشکده‌های مهندسی، بازنگری در توانمندی و شایستگی‌های دانش آموختگان متناسب با تحولات صنعتی و فناوری، استفاده از فناوری‌های روز در شیوه‌های جدید یاددهی و یادگیری و ضرورت تقویت و حمایت مادی و معنوی انجمن‌های علمی برای اثرگذاری بر توسعه علمی کشور، از جمله توصیه‌ها و پیشنهادهای ارائه‌شده در کنفرانس برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی در کشور بوده است.

از آن جایی که کنفرانس‌های انجمن آموزش مهندسی ایران، کانونی برای تبادل نظر و تضارب آرا میان اندیشمندان حوزه آموزش مهندسی است، امید است تا با رصد به موقع تحولات آموزش مهندسی، چشم‌انداز واقع‌گرایانه‌ای از آموزش مهندسی در کشور به دست آید و افقی روشن در آینده آموزش مهندسی ترسیم شود.

معرفی کتاب

عنوان: شبیه‌سازی فرایند به کمک کامپیوتر در مهندسی شیمی

تدوین و گردآوری: دکتر رحمت ستوده قره‌باغ

مهندسی اسماعیل جباری

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران

۱. شبیه سازی فرایند به کمک کامپیوتر در مهندسی شیمی

این کتاب، نیازهای محاسباتی اصلی دانشجویان مهندسی شیمی، نفت، گاز و پتروشیمی را پوشش می‌دهد. سعی شده است که نگاه مهارتی به شبیه‌سازی فرایند، جوهرهٔ اصلی این کتاب را تشکیل دهد. با این نگاه، در این کتاب، از پرداختن بیش از حد به مباحث نظری و ریاضیاتی شبیه‌سازی خودداری و به حداقل اطلاعات نظری اکتفا شده است. در فصل‌های متفاوت کتاب، مثال‌های کاربردی متعددی به صورت گام به گام در خصوص روش‌های پیش‌بینی خواص فیزیکی، شبیه‌سازی تجهیزات و فرایندها برای سیستم‌های ایده‌آل و غیر ایده‌آل ارائه شده است، کتاب همچنین شامل مثال‌ها و مسائل ساده تا پیشرفته در انتهای فصل‌ها و مسائل امتحانی می‌باشد. مثال‌های ساده به دانشجویان این امکان را می‌دهند که بیشتر با اهمیت مفاهیم آشنا شوند، در حالی‌که مسائل پیشرفته، که در فصل‌های میانی و پایانی قرار داده شده‌اند، اهمیت شبیه‌سازی را در تسهیل محاسبات طراحی فرایند نشان می‌دهد.

❐ اهداف انتشار فصلنامه

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

الف- توسعه آموزش مهندسی

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

ب ارزشیابی، کیفیت و نوآوری

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

پ- تحقیق و پژوهش

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

ت- ارتقای فرهنگ علوم انسانی

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

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

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

❐ رهنمودهای تهیه مقاله

ارائه مقاله

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

زبان

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

نحوه ارائه مطالب در مقاله

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

مراجع

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

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

THE INFLUENCE OF PERSONAL AND FINANCIAL COMPETENCES ON ENTREPRENEURIAL INTENTION: MEDIATING ROLE OF PROTECTION MOTIVATION

M. Akbari[1] , A. Hatami[2] , H. Pourjamshidi[3] and N. Mahavarpour[4]

Received: 11 July 2023; Accepted: 21 November 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.406543.1994

Abstract: The present study was conducted with the aim of investigating the effect of personal and financial competencies on the formation of entrepreneurial intention with the mediating effect of Protection Motivation Theory (PMT). This investigation in terms of purpose is in the category of applied research and in terms of the method of data collection, it is a cross-sectional survey type. The statistical population of the research includes 282 foreign students studying in Tehran University, 183 of them were selected according to Cochran's formula and with the purposeful sampling method available. In order to collect data, a researcher-made questionnaire was used, and to determine its validity, face, diagnostic, and convergent validity were used to determine the extracted mean variance index. In order to determine the reliability of the research tool, Cronbach's Alpha method and composite reliability were used, and the resulting values were at the appropriate level. The findings of the research indicate that entrepreneurial competence has a positive and significant effect on entrepreneurial intention through the mediation of protective motivation, but its effect was not confirmed directly. Also, the results showed that threat assessment and entrepreneurial intention do not have a confirmed relationship; on the other hand, coping assessment has a significant relationship with entrepreneurial intention.

Keywords: Entrepreneurial competence, protective motivation theory, entrepreneurial intention.

1- Faculty of Entrepreneurship, University of Tehran, Tehran, I.R.Iran. (Corresponding Author). E-mail: mortezaakbari@ut.ac.ir
2- Faculty of Entrepreneurship, University of Tehran, Tehran, I.R.Iran. E-mail: alireza.htm@gmail.com
3- Razi University, Kermanshah, I.R.Iran.E-mail: hadis.pourjamshidi@gmail.com
4- Al-Zahra University, Tehran, I.R.Iran. E-mail: n.mahavarpour@alzahra.ac.ir

INVESTIGATING THE RELATIONSHIP BETWEEN TEACHING METHODS, STUDENT'S MOTIVATION AND LEARNING

(A COMPARISON BETWEEN ENGINEERING AND NON-ENGINEERING STUDENTS)

O. Mahdieh[1] , D. Abbasi[2] and M. Salmani[3]

Received: 28 May 2023; Accepted: 27 November 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.399415.1982

Abstract: Students' learning and motivation have always been important topics in higher education, and the factors affecting them have been investigated in different ways. The present research was conducted with the aim of investigating the effect of teaching methods on students' motivation and learning. The research was conducted as a survey among students of University of Zanjan. Data were collected using questionnaire in person and online. SPSS 22 and Smart PLS 3 software were used to analyze the data. The findings showed that there is a significant relationship between all variables in general, but this correlation was not significant in the faculties of science, and agriculture. The teaching method had a significant effect on students' motivation and learning. In addition, motivation played a mediating role in the relationship between teaching methods and students' learning. The results of mean test showed that there is no significant difference in research variables between male and female students. In addition, the research model was significantly different among students of engineering faculties with faculties of humanities, and sciences only in one path (the effect of teaching method on motivation).

Keywords: Teaching method, motivation, learning, engineering students

1- Assistant Professor, Management and Accounting Dept., Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran. (Corresponding Author).E-mail: mahdieh@znu.ac.ir

2- Assistant Professor, Management and Accounting Dept., Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.E-mail: d.abbasi@znu.ac.ir

3- Master of Science, Management and Accounting Dept., Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail:m.salmani@znu.ac.ir

ANALYZING THE KNOWLEDGE STRUCTURE OF IRANIAN ENGINEERING EDUCATION WITH THE CO-WORD OCCURRENCE APPROACH DURING 1378-1401 (1999-2022)

E. Geraei[1] and A. Abdoli[2]

Received: 9 Aguest 2023 ; Accepted: 30 September 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.410920.2002

Abstract: The present study was conducted with the aim of analyzing the knowledge structure of the *Iranian Journal of Engineering Education* and using the co-word occurrence analysis method. The research community includes 673 articles published in the *Iranian Journal of Engineering Education* between 1378-1401 (1999-2022). The process of data preparation and analysis was done using Raver PreMap, UCINET, Excel and SPSS software. The findings showed that the keywords of curriculum, evaluation and higher education had the highest frequency with 72, 53 and 45 repetitions respectively. Cluster analysis showed that the knowledge structure of *Iranian Journal of Engineering Education* consists of eight knowledge clusters, which are: The future of education and education of future; The connection and mutual influence of industry and university; Engineering ethics; e-learning; Teaching-learning process; Student issues; Educational revision and transformation and the challenges of educational effectiveness; Curriculum, evaluation and quality assurance. The results of the strategic diagram showed that the sixth cluster: Student issues and the eighth cluster: Educational effectiveness challenges: Curriculum, evaluation and quality assurance are placed in the first area, and in other words, they are the central and developed issues of this area. The fifth clusters: Teaching-learning process and the seventh: Educational revision and transformation were placed in the second region. These clusters are not axial clusters; but they are developed. The second cluster: the relationship and mutual effects of industry and university and the fourth: E-learning are placed in the third part. The clusters of the third part are marginal issues due to their centrality and low density and attract little attention. Also, the first cluster: The future of education and education of future and the third cluster: Engineering ethics were placed in the fourth region, which were the core clusters; but they are underdeveloped.

Keywords: Co-word occurrence analysis, content analysis, hierarchical analysis, strategic mapping, Iranian Journal of Engineering Education

1- Associate Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran. (Corresponding Author). Email: Geraei.e@lu.ac.ir

2- Assistant Professor, Philosophy of Education, Department of Educational Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran. Email: Abdoli.a@lu.ac.ir

IDENTIFYING STRATEGIES TO ADDRESS THE CRISIS OF DECREASING DEMAND IN STEM MAJORS IN IRAN'S ACADEMIC SYSTEM

M. Nazarzadeh Zare[1]

Received: 10 Aguest 2023; Accepted: 17 October 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.410878.2003

Abstract: The decreasing demand for STEM majors poses a significant challenge in Iran and has implications for the country's development. Graduates in STEM fields play a vital role in the progress and growth of a nation. This study aims to identify effective strategies to tackle the crisis of decreasing demand in STEM majors within Iran's academic system. To accomplish this objective, a mixed-methods, sequential-exploratory approach was employed. The qualitative phase involved a case study methodology, conducting semi-structured interviews with 15 knowledgeable individuals. Practical solutions emerged from this phase. In the quantitative phase, the classical Delphi technique was used to validate these solutions. A questionnaire, based on qualitative findings, was distributed to 13 experts to achieve consensus. Statistical analyses, including Kendall's correlation coefficient, median, average, and quartile deviation, were employed to analyze the quantitative data. Both qualitative and quantitative findings reveal consensus among experts on nine significant solutions to address the decrease in demand for STEM majors in Iran's academic system. These solutions include merging small local universities with larger provincial universities, emphasizing the importance of the Document of Higher Education Survey, fostering interdisciplinary sciences, enhancing collaboration with local industries and communities, prioritizing problem-oriented and applied research, attracting foreign students from neighboring countries, improving quality standards, aligning curricula with labor market needs, and providing free and virtual training courses.

Keywords: STEM majors, Iran's higher education, crisis, solutions

1- Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Malayer University, Malayer, Iran. E-mail: Nazarzadezare@malayeru.ac.ir

A NOVEL APPROACH TO REDUCE EXAM STRESS AND ENHANCE LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION

R. Sotudeh-Gharebagh[1] and A-H. Derakhshani2[2]

Received: 22 May 2023 ; Accepted: 21 October

DOI: 10.22047/ijee.2023.398660.1981

Abstract: This article presents an innovative approach to conducting final exams to reduce students' psychological burden and enhance learning outcomes in engineering education. The method involved a two-hour exam with three different question sets given to 38 undergraduate students. During the middle of the exam, students were surprised with a 5-minute break outside the classroom to relax and consult with each other. This break helped reduce anxiety levels. After the break, students returned to the exam with improved mental calmness. The average grades of students did not significantly changed compared to previous years. Interviews conducted one year later showed positive feedback from students. They felt the approach transformed exam tension into excitement and energy for learning. The method reduced stress, discouraged cheating, and created a positive exam experience. The article suggests that innovative approaches to reduce exam-related psychological burden should be explored further in educational research. By refining and generalizing this approach, it can be implemented globally to benefit students. This research contributes to the ongoing discussions about exams, cheating, and alternative assessment methods in engineering education.

Keywords: Innovative teaching, psychological burden, learning outcomes, exam, engineering education

1- Professor, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-mail:sotudeh@ut.ac.ir
2- Masters Student, Faculty of Information Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail:derakhshani95@ut.ac.ir

ABSTRACTS

CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS: REVISING CONTENT AND TEACHING METHODS

L. Zargarzadeh[1] and Gh. Pazuki[2]

Received: 21 June 2023; Accepted: 17 September 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.402217.1986

Abstract: To align with current trends in chemical engineering education worldwide and meet the industry's expectations from chemical engineering graduates, the Faculty of Chemical Engineering at Amirkabir University of Technology undertook a curriculum revision. It was conducted a comprehensive analysis of the curriculum of selected universities across the globe, taking into account the industrial requirements. Based on this analysis, new syllabi for chemical engineering thermodynamic courses, were developed. Based on the previous syllabus proposed by the Ministry of Science, Research, and Technology, the thermodynamic courses offered in the chemical engineering programs at Iranian universities dedicated a significant portion of the curriculum to various types of thermodynamic cycles. Consequently, the courses did not sufficiently cover topics specific to chemical engineering, such as different types of phase equilibria, in addition to vapor-liquid equilibrium. This article briefly overviews the course content and syllabi, reference books commonly used, and teaching methods used in renowned universities worldwide for thermodynamic courses in chemical engineering. Furthermore, we present the proposed syllabi and course plans, along with valuable insights into teaching strategies, active learning approaches, and recommended resources for thermodynamic courses. Our objective is to improve the course plan and instructional techniques employed in teaching chemical engineering thermodynamics.

Keywords: Chemical engineering thermodynamics, phase equilibrium thermodynamics, syllabus, course plan, active learning

1- Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-mail: zargarzadeh@aut.ac.ir

2- Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-mail: ghpazuki@aut.ac.ir

Contents

Iranian Journal of
Engineering Education

Volume 25, No. 99, Fall 2023

- *Chemical engineering thermodynamics: Revising content and teaching methods* / L. Zargarzadeh and G. Pazuki
- *A novel approach to reduce exam stress and enhance learning in engineering education* / R. Sotudeh Gharebagh and A-H. Derakhshani
- *Identifying strategies to address the crisis of decreasing demand in STEM majors in Iran's academic system* / M. Nazarzadeh Zare
- *Analyzing the knowledge structure of Iranian engineering education with the co-word occurrence approach during 1378-1401 (1999-2022)*/ E. Geraei and A. Abdoli
- *Investigating the relationship between teaching methods, student's motivation and learning (A comparison between engineering and non-engineering students)* / O. Mahdieh, D. Abbasi and M. Salmani
- *The influence of personal and financial competences on entrepreneurial intention of foreign students: Mediating role of protection motivation* / M. Akbari, A. Hatami, H. Pourjamshidi and N. Mahavarpour
- *English Abstracts of the Articles*

Editorial Board:

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

Editorial Advisory Board:

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

This Journal Appreciate the Collaboration of Iranian Society of Engineering Education

Index by:

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

IN THE NAME OF GOD

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

Department of Engineering Sciences

Iranian Journal of Engineering Education

Vol. 25 No. 99 Fall 2023

Proprietor: The Academy of Sciences of IR Iran
Managing Director: Prof. Mahmood Yaghoubi
Editor-in-Chif: Prof. Mahmood Yaghoubi
Office Manager: Dr. Mitra Molaee Parvarei
Persian Editor: Miss. Atefeh Ghanbari
Page Layout: Mr. Majid Mirabzadeh
Cover Design: Mr. Kh. Asghari

This Journal is Open Access

Mailing Address: Academies & National Library Exit, Shahid Haghani Exp., Tehran, 1537633111, IR Iran
P. O. Box: 19395-5318
Tel: +98 21 88190433
Fax: +98 21 88656216
E-Mail: ijee78@ias.ac.ir
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 99 Volume 25 Fall 2023

۹۹

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و پنجم ■ پاییز ۱۴۰۲ ■ گروه علوم فنی و مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

- **Chemical engineering thermodynamics: Revising content and teaching methods/** L. Zargarzadeh and G. Pazuki
- **A novel approach to reduce exam stress and enhance learning in engineering education** / R. Sotudeh Gharebagh and A-H. Derakhshani
- **Identifying strategies to address the crisis of decreasing demand in STEM majors in Iran's academic system** / M. Nazarzadeh Zare
- **Analyzing the knowledge structure of Iranian engineering education with the co-word occurrence approach during 1378-1401 (1999-2022)** / E. Geraei and A. Abdoli
- **Investigating the relationship between teaching methods, student's motivation and learning (A comparison between engineering and non-engineering students)** / O. Mahdieh, D. Abbasi and M. Salmani
- **The influence of personal and financial competences on entrepreneurial intention of foreign students: Mediating role of protection motivation** / M. Akbari, A. Hatami, H. Pourjamshidi and N. Mahavarpour
- **English Abstracts of the Articles**

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