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, & Morales-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، کارگروهی، 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 کارگروهی 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 ۱۳۷۸گروه 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

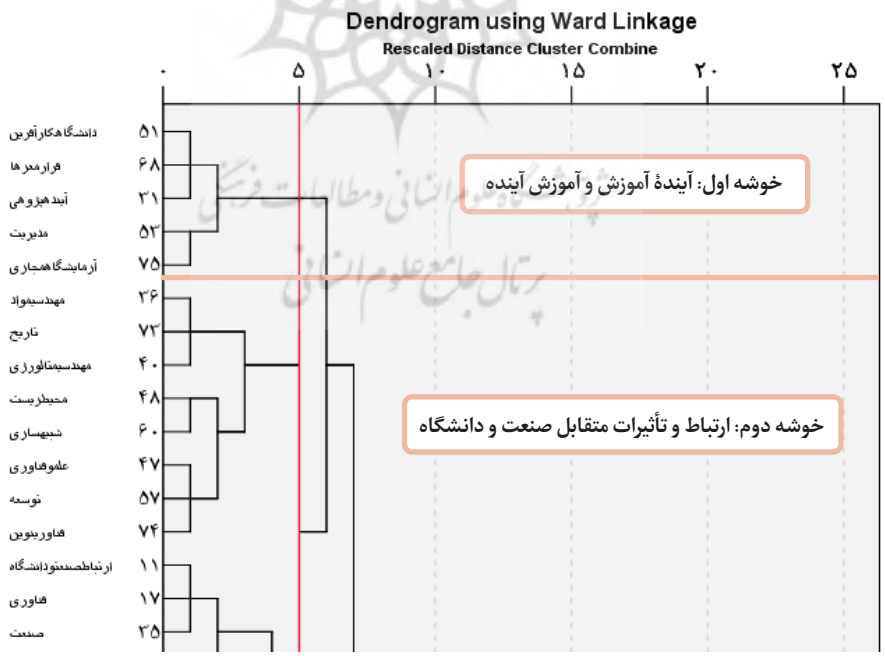
کلیدواژه	فراوانی
برنامه درسی	۷۲
ارزیابی	۵۳
آموزش عالی	۴۵
کیفیت	۴۴
دانشجو	۴۱
فنی و مهندسی	۴۰
یادگیری	۳۸
مهندسی شیمی	۳۶
استاد	۲۸
ایران	۲۷
ارتباط صنعت و دانشگاه	۲۲
مقطع دکتری	۲۰
دانشگاه	۲۰

خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی موضوعات آموزش مهندسی ایران

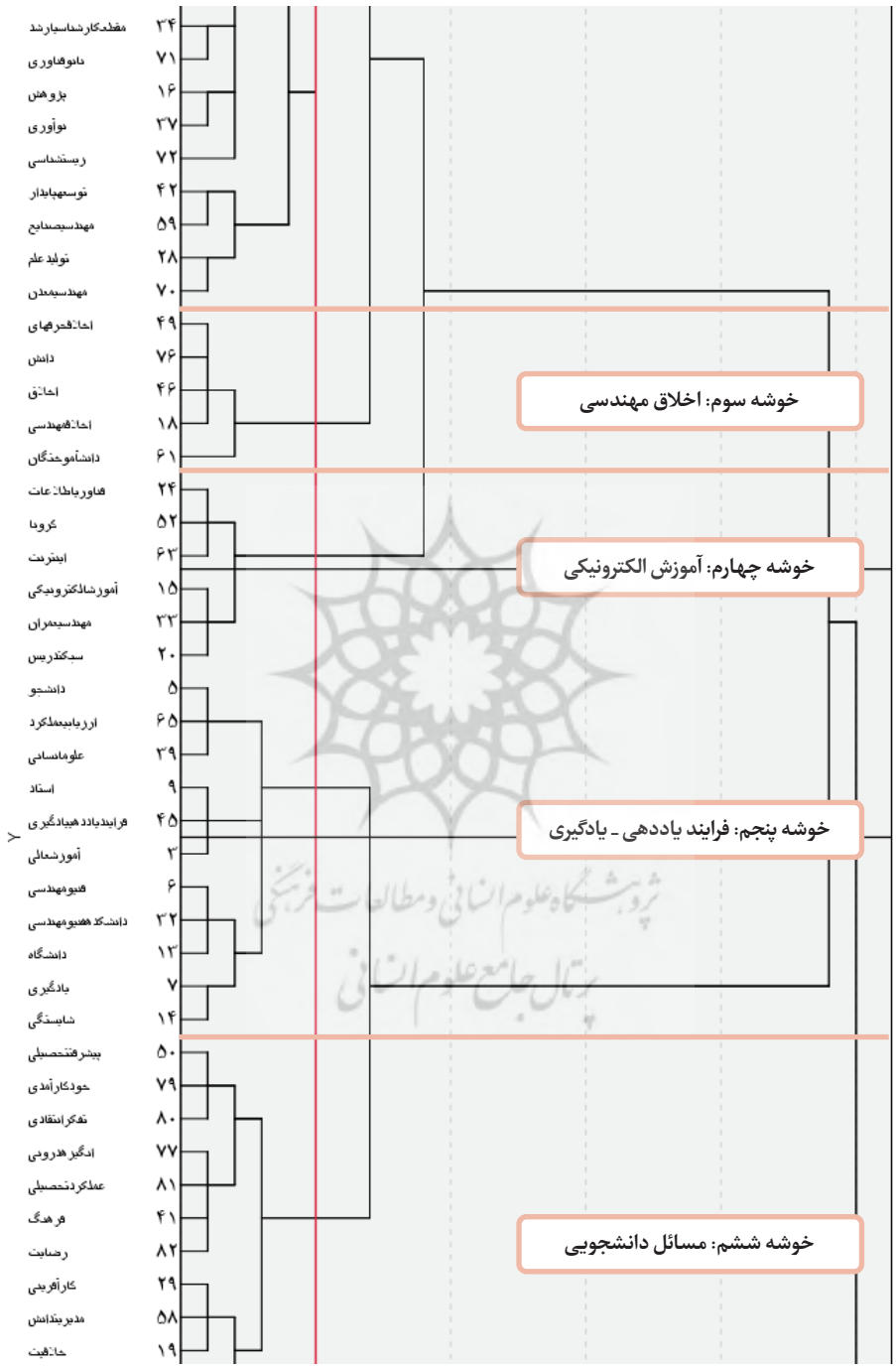
در نمودار سلسله‌مراتبی نخست هر موضوع به عنوان یک شاخه در نظر گرفته می‌شود. سپس کلیدواژه‌هایی که بیشترین شباهت را دارند، دسته‌بندی شده‌اند و این دسته‌های اولیه، خوشه‌های کوچک را تشکیل می‌دهند. در ادامه با کاهش شباهت‌ها، خوشه‌های کوچک‌تر ترکیب و خوشهٔ بزرگ‌تری را شکل می‌دهند. البته ممکن است در بعضی از 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،

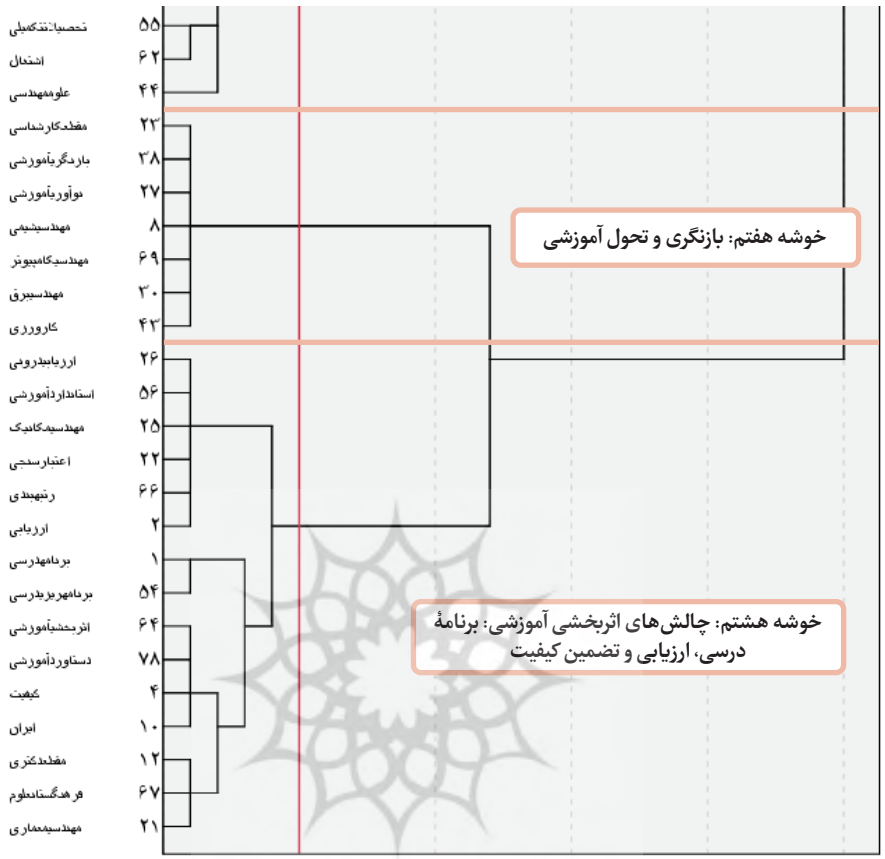
تاریخ، فناوری نوین است. خوشهٔ سوم شامل کلیدواژه‌های اخلاق حرفه‌ای، دانش، اخلاق، اخلاق مهندسی و دانش‌آموختگان است و در نهایت خوشهٔ اخلاق مهندسی نام‌گذاری شد. خوشهٔ چهارم با عنوان آموزش الکترونیکی شامل کلیدواژه‌های فناوری اطلاعات، کرونا، اینترنت، آموزش الکترونیکی، مهندسی عمران و سبک تدریس است. خوشهٔ پنجم 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

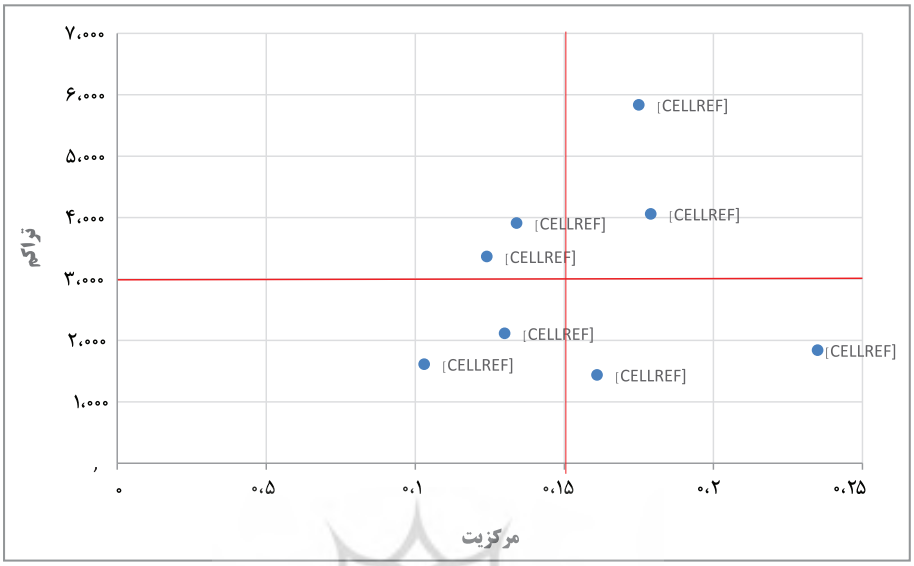
به منظور بررسی میزان بلوغ و توسعه‌یافتگی موضوعات آموزش مهندسی ایران با استفاده از شاخص‌های مرکزیت و تراکم شبکه نمودار راهبردی آن ترسیم شد. برای این منظور ابتدا برای هر یک از خوشه‌های مقالات، به طور جداگانه ماتریس فراوانی و سپس ماتریس همبستگی ایجاد شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار یوسی‌آی‌نت مرکزیت رتبه 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 (Rahimi 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی