

## شایستگی‌های دانشجویان مهندسی و الزامات دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق با صنعت ۴٫۰: مطالعه‌ای مبتنی بر روش فراترکیب

مصیب بامری<sup>۱</sup>، قاسم سلیمی\*<sup>۲</sup>، رحمت‌اله مرزوقی<sup>۳</sup>،

سید علی اکبر صفوی<sup>۴</sup> و مهدی محمدی<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۲

DOI: 10.22047/ijee.2022.352365.1930

**چکیده:** صنعت نسل چهارم یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات برای طراحی مهندسی و همچنین برای آموزش عالی است. در این راستا یکی از موضوعات جذاب محافل دانشگاهی و صنعتی ایجاد توانمندی‌ها، الزامات و شایستگی‌ها در دانشجویان برای انطباق با این صنعت است. هدف پژوهش حاضر شناسایی شایستگی‌هایی دانشجویان مهندسی و الزامات آموزش عالی بر اساس رویکرد کیفی با روش فراترکیب است. یافته‌های پژوهش نشان داد که شایستگی‌ها و الزامات در ابعاد: ۱. شایستگی‌های دانشجویان مهندسی (توانمندی‌های فردی، دانش و مهارت تخصصی، توانمندی‌های اجتماعی، مهارت‌های فناورانه) ۲. الزامات دانشگاهی (الزامات آموزشی ۴/۰، بسترهای آموزشی، الزامات برنامه درسی، بهسازی اساتید) ۳. الزامات غیردانشگاهی (مهارت‌های راهبردی صنعت ۴/۰، الزامات بازار کار) ۴. توسعه منابع انسانی شناسایی گردید. یافته‌های مطالعه کنونی می‌تواند برای برنامه‌ریزی توسعه رویکردهای جدید در برنامه‌های درسی آموزش مهندسی مفید باشد.

**واژگان کلیدی:** شایستگی‌ها، دانشجویان مهندسی، آموزش عالی، آموزش ۴/۰، فراترکیب، انقلاب صنعتی ۴/۰

۱- دانشجوی دکتری، بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. bluch.1396@gmail.com

۲- دانشیار، بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. (نویسنده مسئول). salimi@shirazu.ac.ir

۳- استاد، بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. rmarzoghi@yahoo.com

۴- استاد، گروه مهندسی قدرت و کنترل، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. safavi@shirazu.ac.ir

۵- دانشیار، بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. m48r52@gmail.com

## ۱. مقدمه

امروزه اهمیت ارتباط دانشگاه و صنعت بر کسی پوشیده نیست، به طوری که در جامعه، اقبال وسیع و فزاینده‌ای از ارزش همکاری صنعت و دانشگاه‌ها وجود دارد (Pinto & Fernandes, 2021) و توسعه سریع فناوری مبتنی بر اقتصادهای دانش‌بنیان توجه مؤسسات دانشگاهی و صنایع خصوصی را جلب کرده است (Tseng et al., 2020). همکاری بین دانشگاه‌ها و صنایع در حال حاضر در کانون توجه جهانی قرار دارد. دولت‌ها، دانشگاه‌ها و صنایع به همکاری خوب و مؤثر با یکدیگر علاقه‌مند هستند و این علاقه‌مندی برای همه طرف‌ها مفید خواهد بود. برای تقویت همکاری دانشگاه و صنعت و کمک به انتقال دانش و فناوری بین این دو گروه، دانشگاهیان، سیاست‌مداران و شرکت‌ها بیش از پیش به سیاست‌های علم و فناوری توجه کرده‌اند (Mosayebi et al., 2020) دانشگاه‌ها منبع اصلی ایجاد دانش هستند و صنایع مختلف به طور فزاینده‌ای اهمیت خلق دانش علمی را می‌شناسند و به دنبال ارتباط با دانشگاه‌ها هستند تا نه تنها پایگاه دانش خود را تقویت کنند، بلکه مزیت رقابتی نیز کسب کنند (Tseng et al., 2020). از آنجایی که همکاری دانشگاه و صنعت با انتقال دانش و فناوری همراه است، این همکاری، زمینه مطالعاتی بسیار مهمی برای اقتصادهای جهان است و به شرکت‌ها کمک می‌کند تا رقابتی‌تر شوند. بنابراین شرکت‌ها به طور فزاینده‌ای بر همکاری با دانشگاه‌ها در زمینه‌های ظرفیت جذب، دانش و رقابت در روابط دانشگاه و صنعت؛ تأثیر انتشار دانش بر روابط دانشگاه و صنعت؛ اتحاد راهبردی برای نوآوری در صنعت؛ و همکاری دانشگاه و صنعت تمرکز می‌کنند (Maskernehhas et al., 2018) و از طرفی انقلاب صنعتی ۴/۰ با چالشی جدید آغاز شده است که در آن فناوری اطلاعات، اینترنت و سامانه‌های فیزیکی سایبری در اولویت زندگی جهانی بشر قرار گرفته است. در واقع این انقلابی خواهد بود که ممکن است طرز فکر، زندگی و کار انسان‌ها را در هر گوشه‌ای از جهان، عملاً تغییر دهد، در حالی که صنعت و تجارت به دلیل تأثیر قوی‌تر بر تحولات اقتصادی جهش بیشتری خواهند داشت (Mudin, 2018).

از نگاهی دیگر، انقلاب صنعتی چهارم فرایند انتقال داده‌ها را از حوزه‌های دیجیتال و واقعیت آفلاین یا برخط و از طریق سامانه‌های به هم پیوسته برای بهبود زندگی ترغیب می‌کند. فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم به حوزه‌های مختلفی مانند اقتصاد، پزشکی و آموزش وارد می‌شود. در این میان، نیاز مبرم به نگاهی فراتر از رویکرد آموزشی سنتی وجود دارد. این امر می‌تواند با به‌کارگیری راهبردی فناوری‌های رایج برای آماده‌سازی دانشجویان و اساتید با انواع دانش و مهارت‌های مناسب محقق شود (Yousef et al., 2020). آموزش طی انقلاب‌های صنعتی قبلی تغییر کرده است و تغییرات زیادی در این انقلاب ثبت شده است و این تحولات یعنی تحولات اجتماعی و صنعتی، در چهارمین انقلاب

صنعتی، روندهای جدید توسعه آموزش مهندسی مدرن را تعیین می‌کند؛ بنابراین همکاری صنعتی و مشارکت آموزشی برای اطمینان از اشتغال‌زایی آینده مهم است و بهترین آموزش مهندسی برای انقلاب صنعتی چهارم با مشارکت جامعه، صنعت، کارفرمایان و دولت ارائه می‌شود (Fmvnyam, 2019). از آنجا که فناوری اطلاعات و دیجیتال پایه و اساس فناوری‌های نوظهور مرتبط (داده‌های بزرگ<sup>۱</sup>، اینترنت اشیا<sup>۲</sup>، هوش مصنوعی<sup>۳</sup> و غیره) چهارمین انقلاب صنعتی را پایه‌ریزی کنند، کشورها برنامه‌های آموزشی جدیدی برای آماده‌سازی مهندسان برای چهارمین انقلاب صنعتی ایجاد کرده‌اند. تنها برنامه‌های درسی جدید مستقل با تمرکز بر شایستگی‌های مورد نیاز چهارمین انقلاب صنعتی می‌تواند مهندسان را برای چهارمین انقلاب صنعتی آماده کند زیرا برنامه‌های درسی، تأثیر مهمی بر مهارت‌های حرفه‌ای دانشجویان دارند و به منظور آمادگی برای چهارمین انقلاب صنعتی، به کشورها توصیه می‌شود برنامه‌های درسی جدیدی را برای توسعه شایستگی‌های جدید برای نیروی کار لازم اجرا کنند (Lieu et al., 2018). مراد از شایستگی نیز دانش، توانایی، مهارت، نگرش و انگیزه لازم برای انجام موفقیت‌آمیز وظایف و فعالیت‌های سازمانی است (Zolfagharian et al., 2018). به عبارتی دیگر، شایستگی ترکیبی از دانش، مهارت و نگرش‌هایی است که به افراد در ایفای وظایف ویژه آن‌ها کمک می‌کند. بنابراین منظور از شایستگی، آن دسته از توانایی‌ها و مهارت‌هایی است که افراد می‌توانند آن‌ها را به منظور حل مسائلی که برای آنان اتفاق می‌افتد، کسب کنند. به علاوه به عنوان تمایلات و مهارت‌های انگیزشی، ارادی و اجتماعی به منظور کاربرد موفقیت‌آمیز و مسئولانه این راه‌حل‌ها در زمینه‌ها و شرایط مختلف در نظر گرفته می‌شود. به طور کلی شایستگی، دانش، مهارت و ویژگی‌هایی است که هر کسی باید در ابتدا و حین انجام هر کاری در هر حرفه‌ای داشته باشد (Salami et al., 2018). از سویی دیگر شناسایی، پرورش و به‌روز کردن ظرفیت‌ها، شایستگی‌ها و قابلیت‌های نیروی انسانی نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در بقا و ادامه حیات سازمان در محیط‌های رقابتی دارد و هر گونه بی‌توجهی به این شایستگی‌ها، به عنوان منابع راهبردی و سرمایه‌های دانشی موجب می‌شود که سازمان قربانی تغییرات و رقابت‌های شدید عصر حاضر شوند (Zolfagharian, et al., 2018).

بنابراین، آموزش و بهسازی نیروی انسانی باعث، بینش و بصیرت عمیق‌تر، دانش و شناخت بالاتر و توانایی و مهارت بیشتر افراد در مسیر ایفای نقش سازمانی آنان می‌گردد. به اذعان بسیاری از صاحب‌نظران یادگیری باید با نیازسنجی آغاز شود. از طرفی نیازهای آموزشی افراد نیز باید در راستای الزامات ساختاری و وظیفه‌ای هر شغل و در ارتباط با کل سازمان و یا صنعت مورد نظر شناسایی و تعیین شوند و از طرفی بسیاری از فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها، در حوزه کاری خود پس از فراغت از تحصیل موفق عمل نمی‌کنند که یکی از دلایل آن نداشتن انگیزه تحصیلی و شایستگی‌های لازم در طول

دوران تحصیل است. دانشگاه نسبت به ایجاد و نهادینه کردن مجموعه‌ای از قابلیت‌ها در دانشجویان که آن‌ها را شایستگی می‌نامند، اهتمام ورزد. این شایستگی‌ها، قابلیت دانشجویان را برای زندگی اجتماعی مدرن افزایش می‌دهد (Samiyan, 2018).

در این زمینه مطالعات متعددی در خارج و داخل کشور انجام گرفته است. از جمله پژوهشی (Mat- thews et al., 2021) تحت عنوان افزایش چالش‌های آموزشی عصر صنعتی چهارم در دانشگاه آینده انجام دادند که نتایج آن نشان داد یک چالش برای آموزش عالی، در زمینه «عصر صنعتی چهارم»، آماده‌سازی دانشجویان برای آینده نامشخص است و قضاوت‌های فعلی در مورد ارتباطات مؤثر بین آموزش و پژوهش با چند مثال یا شاهد بسیار متفاوت است. یا در پژوهشی دیگر (Tri et al., 2021) تحت عنوان تأثیر انقلاب صنعتی ۴٫۰ بر آموزش عالی در ویتنام همراه چالش‌ها و فرصت‌ها انجام دادند و بررسی یافته‌ها نشان داد که محیط‌های مؤسسات آموزش عالی به دنبال چارچوبی جهت تحقق صنعت نسل چهارم هستند تا با کمک این چارچوب به سازمان‌ها کمک کنند تا شیوه‌های کیفیت سنتی خود را دیجیتالی کنند و از طریق بررسی مداوم ابزارها و یا مفاهیم مربوط به کیفیت انقلاب صنعتی ۴٫۰ خود را ارزیابی کنند.

همچنین پژوهشی (Miranda et al., 2021) تحت عنوان مؤلفه‌های اصلی آموزش ۴٫۰ در آموزش عالی در آموزش مهندسی انجام دادند که یافته‌های مطالعه آنان نشان داد پیشرفت فناورانه و تکامل سریع آن بر صنعت و بخش‌های مختلف تولیدی - خدماتی تأثیر مثبت گذاشته است. یکی از بخش‌های خدماتی که بیشترین بهره را برده است، آموزش است. در این بخش، پیاده‌سازی فناوری‌های فعلی و نوظهور همراه با روش‌های نوین آموزشی و بهترین شیوه‌ها تحت عنوان آموزش نسل چهارم شناخته می‌شود. (Tri et al. 2021) بر این باورند که در عصر دیجیتال، آموزش عالی از محیط آموزشی، نقش اساتید و دانشجویان به شیوه‌های تدریس، عمیقاً تغییر خواهد کرد. در حال حاضر، نه تنها ویتنام بلکه بسیاری از کشورهای جهان با چالش بزرگ کمبود نیروی متخصص، متخصص و ماهر روبرو هستند، بنابراین، به منظور بازسازی آموزش عالی برای برآوردن نیازهای بازار کار، افزایش آگاهی و تجدید تفکر در مورد توسعه آموزش عالی ضروری است که برنامه‌ها و روش‌های آموزشی بازسازی شوند. در مطالعه اخیر (Weerasinghe & Dedunu, 2021) به سهم دانشگاه‌ها در تبادل و انتقال دانش به صنعت اشاره می‌نمایند. یافته‌های مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که انجام پژوهش و آموزش‌های مشترک در تبادل دانش نقش مهمی ایفا نموده و رابطه دانشگاه و صنعت به طور قابل توجهی توسط عوامل نهادی تعدیل شده است.

پژوهشی (Sitepu et al., 2020) تحت عنوان آمادگی و شایستگی آموزشی در آموزش عالی در اتصال

عصر انقلاب صنعتی ۴٫۰ انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که دانشگاه‌ها در عصر انقلاب صنعتی ۴٫۰، باید فوراً در آماده‌سازی خود، به ویژه در مورد منابع انسانی، پیشرفت کنند. اساتید به عنوان یک عامل تعیین‌کننده در پیشرفت آموزش، همیشه ملزم به ارتقای مهارت‌ها و توانایی‌های خود هستند. پژوهشی (Mokhtar & Noordin, 2019) در ارتباط با آموزش عالی و صنعت نسل چهارم انجام دادند که نتایج آن نشان می‌دهد مؤسسات آموزش عالی در مالزی، در زمینه استفاده از صنعت نسل چهارم در آموزش و یادگیری بر اساس رابطه مردم، فناوری و محیط‌زیست با مشکل روبرو است. آموزش عالی در چهارمین انقلاب صنعتی، یک اصطلاح چتری برای تطبیق شیوه‌های مختلف آموزش و یادگیری، تحقیق و نوآوری، خدمات و زیرساخت‌ها است که اغلب به عنوان عناصر کلیدی به آن توجه می‌شود. با وجود ضرورت آموزش عالی در چهارمین انقلاب صنعتی، محیط آموزش عالی و صنعت واقعاً دگرگون شده اما هنوز از واقعیت دور است (Xing, 2019).

پژوهشی (Mudin, 2018) تحت عنوان نقش دانشگاه‌ها در انقلاب صنعتی چهارم انجام دادند و یافته‌ها نشان داد که انقلاب صنعتی ۴٫۰ با چالشی جدید آغاز شده است و در آن فناوری اطلاعات، اینترنت و سامانه‌های فیزیکی سایبری در اولویت زندگی جهانی بشر قرار می‌گیرند. در واقع این انقلابی خواهد بود که ممکن است طرز فکر، زندگی و کار انسان‌ها را با دسترسی به هر گوشه‌ای، عملاً تغییر دهد، در حالی که صنعت و تجارت با تأثیر قوی‌تر بر تحولات اقتصادی جهش بیشتری خواهند داشت. دانشگاه‌ها باید هم اساتید و هم دانشجویان را آماده کنند تا به سناریوی فعلی ارتقا دهند. پژوهشی (Lee et al., 2018) تحت عنوان «چگونه می‌توان به چهارمین انقلاب صنعتی یا دومین انقلاب فناوری اطلاعات پاسخ داد؟» انجام دادند که نتایج پژوهش نشان داد که نخست فناوری‌های دیجیتالی نسل بعدی مبنای تغییرات انقلابی در همه صنایع خواهند بود. دوم راه‌های پاسخگویی به انقلاب صنعتی چهارم از نظر نهادها دارای نقطه مشترکی است که باید خلاقیت سازمان‌ها را افزایش داد. سوم، راه‌های پاسخگویی به انقلاب صنعتی چهارم از نظر فناوری دارای این نقطه مشترک است که اکثر فناوری‌های ترکیبی جدید مهم هستند. چهارم، راه پاسخگویی به انقلاب صنعتی چهارم از نظر نوآوری و راه‌اندازی شرکت‌های جدید، توسعه مدل‌های تجاری خلاق جدید است.

پژوهشی (Wei-Te, 2017) با عنوان از صنعتی ۴٫۰ تا تولید ۴٫۰ در پاسخ به چهارمین انقلاب صنعتی و دیجیتالی‌شدن فعلی در تایوان انجام دادند که برای تبدیل به تایوان نسل چهارم در تایوان شامل آموزش سفارشی برای شرکت‌ها، عملکرد هوشمند، پرورش استعدادها، مؤثر و برنامه درسی حرفه‌ای یکپارچه است. به منظور پاسخگویی به تأثیرات صنعتی ۴٫۰، به تعمیق و تغییر آموزش عالی کمک می‌کند.

پژوهشی (Faiz & Bahadrinejad, 2010) با عنوان الگوی شایستگی حرفه‌ای دانش‌آموختگان

دانشکده‌های مهندسی نظام آموزش عالی ایران که نتایج چهار شایستگی کلان عبارت‌اند از: انگیزه متعالی، تخصص علمی، توانمندی عملی و اهتمام به رشد و بالندگی. هفت شایستگی اصلی یک مهندس شایسته عبارت است از: انگیزه متعالی در ارائه خدمت مهندسی، توانایی حل خلاق و نظام‌مند مسئله‌های مهندسی، تسلط بر حجم وسیعی از دانش پایه و مهندسی، مهارت در یکی از عرصه‌های کاربرد مهندسی، مهارت در انجام دادن کار گروهی در ضمن تعهد فردی، اهتمام به یادگیری مادام‌العمر و در نهایت، اهتمام به یاددهی خودانگیزه را نشان داد.

پژوهشی (Mohammadi & Banakar, 2011) با عنوان ارزیابی شایستگی‌های عملی دانشجویان مهندسی الکترونیک، گرایش مخابرات، بر اساس معیارهای استخدام مهندسی مدیریت پروژه در صنایع الکترونیک شیراز انجام شد که نتایج آن نشان داد ۱. تفاوت معناداری بین شایستگی‌های عملی دانشجویان مهندسی الکترونیک، گرایش مخابرات، و معیارهای استخدام مهندسی مدیریت پروژه صنایع الکترونیک وجود دارد؛ ۲. تفاوت معناداری بین نیاز دانشجویان زن و مرد دانشگاه صنعتی شیراز با شایستگی‌های عملی مهندسی مدیریت پروژه وجود دارد؛ ۳. به جز بعد نیاز به شناخت اصول مهندسی، بین نیاز دانشجویان با معدل‌های تحصیلی مختلف با شایستگی‌های عملی مهندسی مدیریت پروژه تفاوت معناداری وجود ندارد.

بنابراین، با توجه به مرور مطالعات انجام‌شده، نظام آموزش عالی برای انطباق با تحولات انقلاب صنعتی چهارم و پاسخ به نیازهای حال و آینده جامعه نیاز به این شایستگی‌ها دارد. بر این اساس دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی مهندسی برای همراهی و هم‌راستایی با این تحولات باید اقداماتی را انجام دهند و به شایستگی‌ها دست یابند. در همین راستا پژوهش حاضر با در نظر گرفتن مطالب ذکرشده، درصدد شناسایی شایستگی‌های صنعت ۴٫۰ برای حوزه آموزش عالی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی مهندسی در بستر دانش موجود در مطالعات دنیا و به طور ویژه ادبیات رابطه دانشگاه و صنعت است.

## ۲. روش‌شناسی پژوهش

روش مطالعه، کیفی، فراترکیب یا سنتزپژوهی با استفاده از گام‌های شش‌گانه (Sandelowski & Barroso, 2006). بوده است. بر اساس تعریف (Noblit & Hare, 1988) فراترکیب نوعی مطالعه کیفی است که اطلاعات و یافته‌های استخراج‌شده از مطالعات کیفی دیگر مرتبط با موضوع و مشابه آن را بررسی می‌کند. سپس با نگرشی نظام‌مند به ترکیب یافته‌های کیفی پژوهش‌های دیگر، به کشف مقوله‌های جدید و اساسی منجر می‌شود. بنابراین روش فراترکیب یکی از روش‌های جدید سنتز در حوزه مطالعات کیفی است که می‌تواند در گسترش و خلق تئوری‌ها، به محققان کمک کند. فراترکیب نوعی مطالعه

کیفی است که یافته‌های سایر تحقیقات کیفی در زمینه یک موضوع را به عنوان داده با هدف تفسیر، مقایسه و ترجمه به کار می‌گیرد تا به یک دانش جامع دست یابد (Abedi et al., 2019). این تفسیرها در واقع برداشت‌ها و نتیجه‌گیری‌هایی هستند که از بررسی تمام مطالعات مرتبط با آن پدیده خاص برگرفته شده‌اند و یافته‌ها و تفسیرهای جدیدی که از مطالعه فراترکیب به دست می‌آید، در هیچ یک از مطالعات اولیه یافت نمی‌شوند (Sandelowski et al., 2006) همچنان که اشاره گردید این روش پژوهش، مبتنی بر شش گام (Sandelowski et al., 2006) است که عبارت‌اند از: ۱- بیان مسئله و تنظیم پرسش‌های پژوهش ۲- جستجوی منابع ۳- ارزیابی کیفیت ۴- تجزیه و تحلیل مطالعات ۵- ترکیب یافته‌ها و ۶- اعتباریابی.

شایان ذکر است به دلیل پیچیدگی‌ها و ظرافت‌های ویژه روش فراترکیب، توصیه می‌شود که گروهی از پژوهشگران با تجارب و مهارت‌های مختلف در فراترکیب حضور داشته باشند، به گونه‌ای که ارتباط، مشاوره و بحث پیرامون روند کار به طور مستمر بین آن‌ها در جریان باشد. حضور یک کتابدار مرجع<sup>۱</sup> در گروه فراترکیب به عنوان متخصص جستجوی ادبیات موضوع، می‌تواند تا ۵۰ درصد، نتایج جستجو شده توسط خود پژوهشگران را افزایش دهد (Paterson et al., 2001). (Mohammadi et al., 2018) ابراز می‌دارند که هیچ پژوهشگر مطالعات کیفی به‌تنهایی نمی‌تواند مدعی باشد که در همه نظریه‌ها و روش‌های مرتبط مطالعات کیفی دارای مهارت است بنابراین در انجام فراترکیب بهتر است گروهی از پژوهشگران با تجارب و مهارت‌های متفاوت شرکت داشته باشند و به صورت مرتب با یکدیگر در تماس و هم‌اندیشی باشند. در واقع اعضای گروه فراترکیب باید دارای ویژگی‌هایی از جمله: تجربه در تحلیل پژوهش‌های کیفی، تبحر در تحلیل و درک تئوری‌ها، علاقه به پدیده مورد نظر، انجام مطالعات قبلی در این زمینه و متعهد به صرف زمان و انرژی لازم برای انجام فراترکیب باشند (Najafi et al., 2013). بر این اساس، اعضای گروه فراترکیب حاضر را دو نفر متخصص آموزش عالی و آموزش، یک نفر متخصص روش فراترکیب با همراهی یک نفر از اعضای هیئت علمی دانشگاه شیراز در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی به عنوان متخصص پایگاه‌های اطلاعاتی تشکیل می‌دادند. متخصص پایگاه‌های اطلاعاتی به منظور اطمینان و اعتباربخشی به جستجوی جامع و نظام‌مند پیشینه مرتبط با موضوع و یافتن منابع مورد نیاز، در گروه فراترکیب حضور یافت. روش‌شناسی این مطالعه از گام‌های زیر تبعیت نموده است:

## ۲-۱. گام‌های فراترکیب

### ۲-۱-۱. بیان مسئله و تنظیم پرسش‌های پژوهش

اولین گام فراترکیب کیفی، موضع‌گیری فلسفی و تصور درباره موضوع اصلی فراترکیب است. در این



مرحله، پژوهشگران پرسش پژوهشی خود را که می‌تواند دربرگیرنده ابعاد مختلفی مثل چه چیزی، چگونه، چه روشی و... باشد، طراحی می‌کنند. پرسش پژوهشی طراحی شده - که بیش از حد محدود یا گسترده نیست - باید به وضوح به مسئله پژوهشی اشاره کند. همچنین پژوهشگران در این مرحله، باید اهداف پژوهشی و منابع در دسترس را مشخص کنند، درباره پدیده اصلی مورد مطالعه تصمیم بگیرند و معیارهای شمول و خروج مقالات در مرور را نیز تعیین نمایند (Sandelowski, et al., 2006)

انقلاب صنعتی ۴۰ پیشرفت‌های عظیمی را در همه رشته‌ها، اقتصادها، صنایع و تحولات تجاری ایجاد نموده است. پیشرفت فناوری‌های جدید و تقاضاهای در حال تغییر، پارادایم‌های فیزیکی، دیجیتالی، زیست‌شناختی و دنیای مهندسی را در هم می‌آمیزند. تأثیر، تغییر و تغییر بسیاری از رشته‌ها به ویژه در درک هنجار، فرهنگ و همچنین نحوه زندگی، کار و زندگی انسان و جامعه. همین امر باید در مورد صنعت آموزش نیز صدق کند. صنعت ۴۰ انگیزه جدیدی به تحول آموزش داده است. ما منتظر تغییرات نوآورانه در آموزش هستیم. ما برنامه درسی را پیش‌بینی می‌کنیم که بر اساس چارچوب‌های فیزیکی دیجیتالی، هوش مصنوعی تنظیم شود. تغییرات عمیق‌تری در جنبه‌های اصلی محتوا، ارائه، آموزش و ساختار آموزش انتظار می‌رود (Pattanapairoj et al., 2020)؛ و از طرفی فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، علم داده، یادگیری عمیق، واقعیت افزوده، محاسبات لبه و دوقلوهای دیجیتالی فرصت‌ها، چالش‌ها و راه‌حل‌های جدیدی را برای بسیاری از حوزه‌ها از جمله کشاورزی، علوم گیاهی، علوم حیوانی، علوم غذایی و علوم اجتماعی به ارمغان می‌آورند. این فناوری‌های در مرکز انقلاب صنعتی چهارم قرار دارند، اما آیا ما هنوز آماده آموزش و آماده‌سازی نسل‌های جدید هستیم تا به جامعه، علم و بشریت کمک کنیم تا آن‌ها را سازگار کنند؟ چگونه می‌توانیم برنامه درسی فعلی را تغییر دهیم تا این نوآوری‌های فناوری را منعکس کنیم؟ چگونه می‌توانیم به نسل جدید کمک کنیم تا مهارت‌های خود را نیز توسعه دهند؟ (Nithyanandam et al., 2022). از این رو، دانشگاه‌ها به منظور انطباق با صنعت ۴۰ و ماندگاری در عرصه رقابت در جذب دانشجویان، استادان و پژوهشگران و همچنین افزایش اعتبار بین‌المللی و دستیابی به منابع سرمایه‌گذاری خارجی جدید، ضرورت دارد در برنامه درسی خود تجدیدنظر نمایند. علی‌رغم اینکه نگاه‌هایی از دانشگاه‌های دنیا در راستای صنعت ۴۰ از جمله تغییرات در برنامه درسی صورت گرفته است اما در مؤسسات و مراکز آموزش عالی داخل کشور، خیلی به آن پرداخته نشده است. از این رو، کاوشی در زمینه مهارت‌های دیجیتالی برنامه‌های درسی با راهبرد پژوهشی فراترکیب نظریه‌ساز مورد توجه این مطالعه قرار گرفت. پژوهشگران پیش از آغاز این مطالعه و طرح پرسش‌های کلیدی به این اطمینان رسیدند که پژوهش‌های پیشین در کشور، به برنامه درسی دانشگاهی در مقوله‌های متفاوتی پرداخته‌اند ولی در این میان، تاکنون پژوهشی که با رویکردی کاربردی، جهت شناسایی مهارت‌های دیجیتالی برنامه درسی در آموزش عالی ارائه نماید که بتوان از آن برای آموزش در دانشگاه‌ها استفاده



کرد، انجام نشده است. بدین ترتیب هدف پژوهش حاضر، شایستگی‌های دانشجویان مهندسی و الزامات دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق با صنعت ۴٫۰؛ و پرسش محوری پژوهش عبارت است از: بر اساس مطالعات شایستگی‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی و الزامات دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ۴٫۰ کدام‌اند؟

## ۲-۱-۲. جستجوی منابع

گام دوم انتخاب مطالعات واجد شرایط برای ورود به فراترکیب است. تلاش‌های قابل توجه برای ایجاد یک فهرست جامع از مطالعات ممکن در فراترکیب ضروری است. پژوهشگران با شناسایی کلمات کلیدی می‌توانند به تمام پایگاه‌های موجود در داخل محدوده تاریخ، دسترسی پیدا کنند. از این رو آشنایی با نحوه استفاده از پایگاه‌داده‌های مختلف بر اساس سرفصل‌های موضوع و جمع‌آوری مطالعات مشخص شده از جمله ادبیات خاکستری مانند پایان‌نامه‌ها و گزارش‌های تحقیقاتی باید حاصل باشد (Abedi et al. 2019). در فراترکیب مطالعات زیادی مرور می‌شوند، اما هدف این است که افق دید افراد گسترش یابد و دانش تازه‌ای حاصل شود. برای پژوهشگرانی که پژوهش‌های خود را به روش فراترکیب انجام می‌دهند، بهتر آن است همه مطالعات مرتبط در حوزه مورد نظر و نه نمونه‌ای از آن‌ها را وارد مطالعه کنند. بنابراین ضروری است جستجوی جامعی بر اساس عنوان و حوزه مورد علاقه پژوهشگر مانند آنچه در مرحله اولیه یک مرور نظام‌مند صورت می‌گیرد، انجام شود (Najafi et al. 2013). بنابراین فرایند جستجو و بازیابی منابع شامل مولفه‌های متعددی مثل موضوع مورد نظر، اعضای نمونه، زمان و روش است. علاوه بر مولفه‌ها، انواع روش‌های جستجو (دستی، الکترونیک و ...) و عبارت‌های مورد جستجو نیز باید مشخص شوند (Mohammadi et al. 2018). در مرحله جستجوی منابع، به منظور انجام جستجوی جامع و همه‌جانبه و انتخاب مشارکت‌کنندگان بخش فراترکیب، علاوه بر جستجوی نظام‌مند پایگاه‌های استنادی و اطلاعاتی، جستجو به روش دستی چینی<sup>۱</sup> و همچنین جستجوی دستی مجلات نیز مورد استفاده قرار گرفت. در مورد روش دستی چینی باید این توضیح را اضافه کرد که برخی صاحب‌نظران با موضع‌گیری علیه جستجوهای خطی و نظام‌مند در فراترکیب معتقدند: مسیر جستجوها در فراترکیب باید کاملاً واگرا باشد. هر جزء از اطلاعاتی که در هر مرحله حاصل می‌شود، افق جدیدی به سمت جستجوها و منابع جدید باز می‌کند و در نهایت ایده‌های فوق‌العاده‌ای در شکل‌گیری ادراک جدید از پدیده در اختیار بازنگر قرار می‌دهد. به عبارت دیگر، جستجوها در فراترکیب با یک مجموعه از پیش تعیین شده نهایی از منابع کامل نمی‌شود، بلکه با انتخاب مجموعه‌ای از منابع طی چند مرحله و کسب بخشی از اطلاعات در هر مرحله تکمیل می‌گردد. این شیوه بازیابی بخشی

از اطلاعات در هر مرحله - که با اصلاحات و تکمیل دائمی همراه است - را شیوه «دست چین کردن» می‌نامند (Barroso et al. 2003 و Finegold-Kant et al., 2013).

در جستجو از کلیدواژه‌های جدول ۱ استفاده گردید. (Barroso et al. 2003) معتقدند، جستجوی منابع را می‌توان به یک بازه زمانی محدود کرد، در صورتی که پژوهشگران توجیه مناسبی برای انتخاب نقاط ابتدایی و انتهایی بازه زمانی جستجو داشته باشند (Barroso et al. 2003). در پژوهش حاضر، مقالات به زبان انگلیسی و بازه زمانی جستجو، محدود از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۲ در نظر گرفته شدند زیرا برای اولین بار در سال ۲۰۱۱ پدیده صنعت ۴٫۰ در نمایشگاه هانوفر آلمان بیان شد. نتایج حاصل از جستجوی جامع صورت گرفته و ۳۲۹ مقاله از وب‌آوساینس و ۱۰۸ مقاله گوگل اسکولار (جمعاً ۴۳۷ عدد مقاله پژوهشی) بود که تحت عنوان مقالات اولیه در جدول‌هایی در قالب فایل‌های اکسل ثبت شدند و متن کامل این مقالات، جهت انجام بررسی‌های دقیق‌تر، وارد مرحله ارزیابی کیفیت گردید. جدول ۱ جزئیات فرایند جستجوی نظام‌مند پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول ۱. جزئیات فرایند جستجوی برخط منابع به روش نظام‌مند

وب‌آوساینس، اسکوپوس و گوگل اسکالر	بایگ‌های اطلاعاتی و استنادی مورد جستجو
Industry4.0 OR "industry 4.0" OR I4.0 "I4.0" OR "fourth industr* revolution 4.0" OR "industr* revolution 4.0" OR "industr* 4.0 Revolution" (All Fields) AND higher education OR "higher education" OR "Higher education" OR "Higher Education" OR University OR university (All Fields) AND Engineering students OR "Engineering students" OR "Engineering student" OR Engineering student OR Engineering Students OR "Engineering Students" OR "engineering students" OR engineering students (All Fields)	کلیدواژه‌های جستجو
عنوان مقاله، چکیده، محتوا	جستجو در
از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۲	محدودیت در بازه زمانی <sup>۱</sup>
مقاله <sup>۲</sup>	محدودیت در نوع سند <sup>۲</sup>
همه	نوع دسترسی <sup>۴</sup>

1- Date range (inclusive)

3- Article

2- Document type

4- Access type

به منظور افزایش اعتبار جستجو، پژوهشگران از یکی از اساتید دانشگاه شیراز در رشته علم سنجی کمک گرفتند و همچنین در تمام مراحل فرایند فراترکیب، از روش جستجوی دست چینی منابع نیز بهره برده شد، زیرا برخی پژوهش‌های مرتبط، به دلایل مختلف از جمله عدم استفاده از واژه‌های کلیدی استاندارد، در جستجوی برخط پایگاه‌ها، یافت نمی‌شوند. به علاوه، با مطالعه هر مقاله - در صورت نیاز - منابع جدید و مفید موجود در مقاله نیز که به روشن شدن موضوع کمک می‌کردند، مورد بررسی قرار گرفت و در صورت سازگاری با معیارهای شمول حاضر، به مقالات مورد بازنگری اضافه شدند. به طور کلی، با این شیوه‌های جستجو، حذف یا افزودن مقاله جدید به بازنگری در هر گام از فراترکیب ممکن بود. فرایند جستجو تا رسیدن به اشباع نظری داده‌ها ادامه یافت.

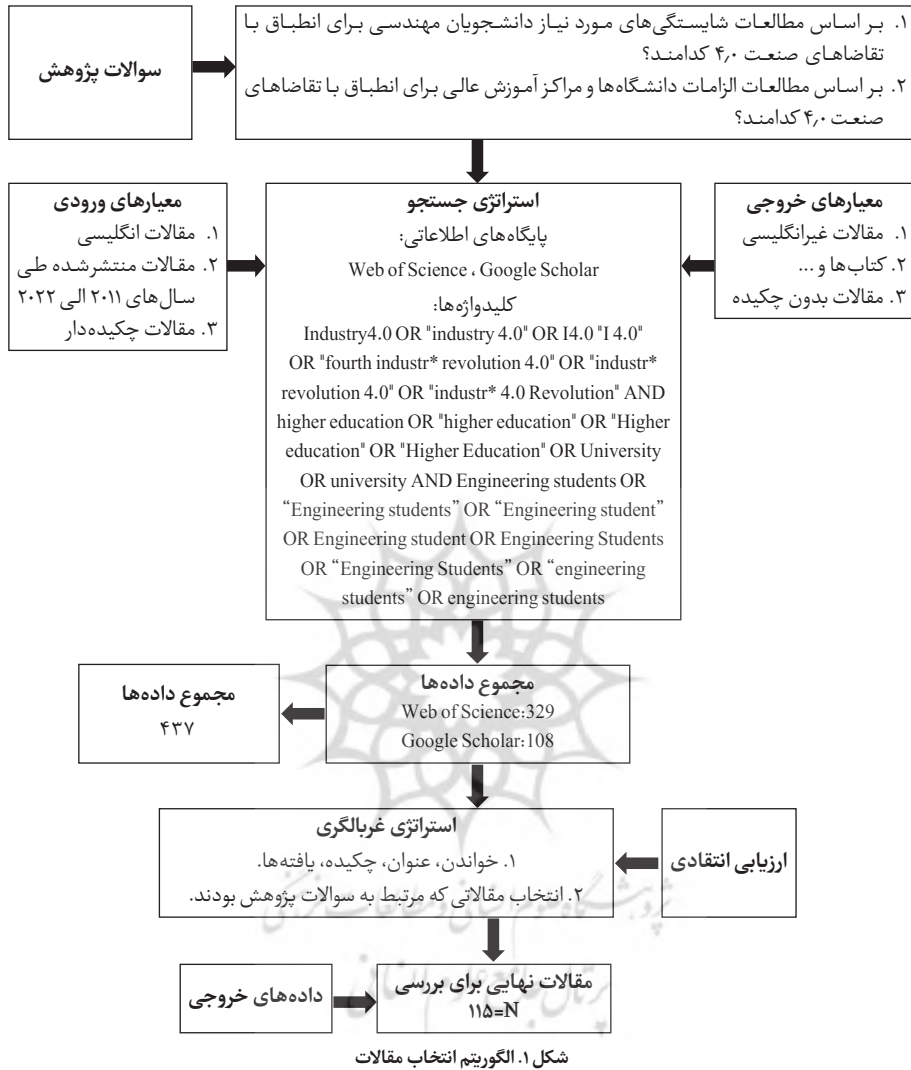
معیارهای شمول مقالات در بازنگری به صورت زیر تعیین گردید:

- مقالاتی که در مجلات معتبر بین‌المللی چاپ شده باشند.
- مقالاتی که با روش کیفی انجام شده‌اند و یا مقالات با روش ترکیبی که نتایج کیفی و کمی آن‌ها از یکدیگر قابل تفکیک باشند (برای استفاده از نتایج بخش کیفی مقاله).
- مقالات عملی که با هدف و موضوع دیجیتال و آموزش عالی در حوزه صنعت ۴٫۰ انجام شده باشند.

## ۲-۱-۳. ارزیابی کیفیت:

در این بخش، پس از جستجو و انتخاب منابع مورد نظر، فرایند کار با ارزیابی هر گزارش به صورت مجزا و سپس با ارزیابی تطبیقی (مقایسه‌ای) بین گزارش‌ها ادامه می‌یابد. ارزیابی تک‌به‌تک گزارش‌ها، با خواندن چندین باره هر گزارش تا آشنایی کامل با محتوا، نقاط قوت و ضعف روش‌شناسی و شناسایی یافته‌های هدف انجام می‌شود. ارزیابی تطبیقی بین گزارش‌ها، به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که گزارش‌های با نمونه‌های یکسان یا مشابه را شناسایی کند، اطلاعات از دست‌رفته یا مورد غفلت قرارگرفته را تعیین نماید و بر خلاصه‌سازی و نمایش یافته‌ها متمرکز شود (Sandelowski et al. 2007).

برای انتخاب مقالات مناسب جهت تجزیه و تحلیل نهایی، بر اساس الگوریتم موجود در شکل ۱، مقالات طبق شاخص‌های مختلفی مانند عنوان، چکیده و محتوای آن‌ها، مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفتند. در این گام، پژوهشگران، مقالات را چندین مرحله بررسی و بازبینی کرده و در هر مرحله، تعدادی از مقالات حذف شدند. به طوری که از بین ۴۳۷ مقاله یافت‌شده، پس از بررسی عنوان مقالات، تعداد آن‌ها به ۳۹۸ مقاله رسید و پس از بررسی چکیده مقالات، تعداد آن‌ها به ۲۳۶ مقاله کاهش یافت. در مرحله بعدی با بررسی محتوای مقالات باقی‌مانده و باتوجه به نظر اساتید گروه پژوهشی، در نهایت تعداد ۱۰۴ مقاله، تأیید و نهایی شدند.



## ۲-۱-۴. تجزیه و تحلیل مطالعات

مفاهیم اولیه با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی باهدف احصای مضامین پایه<sup>۱</sup>، سازمان‌دهنده<sup>۲</sup> و فراگیر<sup>۳</sup> مربوط به مؤلفه‌های برنامه درسی دانشگاهی استخراج شدند. این مفاهیم با فن دسته‌بندی<sup>۴</sup> یافته‌ها، فن کمی فراچکیده‌نویسی<sup>۵</sup> و در نهایت با فن طبقه‌بندی یافته‌ها، مد نظر (Sandelowski et al.)

1- Basic

4- Classification

2- Organizing

5- Meta-summery

3- Global

(2007) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

● دسته‌بندی و فراچکیده‌نویسی

(Sandelowski et al. 2007) فن دسته‌بندی یافته‌ها و فن کمی فراچکیده‌نویسی را به منظور تحلیل یافته‌های کیفی معرفی می‌کنند. در دسته‌بندی، ایده‌ها یا موضوع‌های مورد نظر فراترکیب، شناسایی و استخراج شده و در دسته‌های مشخصی قرار می‌گیرند. در کنار فن دسته‌بندی، فراچکیده‌نویسی نیز، به دلیل ایجاد مبنایی قوی‌تر و تعاملی‌تر برای تفسیرهای جدید در فراترکیب، ابزاری بسیار مفید تلقی می‌شود. این ابزار کمی، در واقع فرایند استخراج، مجزاسازی، ویرایش، گروه‌بندی و در نهایت خلاصه‌سازی یافته‌های متنی به صورت مجموعه‌ای از اعداد و گزاره‌هاست. یکپارچه‌سازی یافته‌ها در فراچکیده‌نویسی، تنها یک کار فنی نیست، بلکه فرایندی است برای رسیدن گروه پژوهشی به نوعی اجماع که قبل از مرحله نهایی فراترکیب به آن نیازمندند. شمارش، به گروه کمک می‌کند تا بر مشابهت‌ها، تفاوت‌ها، شدت، پراکندگی در جنسیت، تعداد مشارکت‌کنندگان، کشور انجام مطالعه و روش‌شناسی پژوهش‌ها متمرکز شوند.

● ایجاد طبقه‌بندی از یافته‌ها

یکی دیگر از ابزارهای تحلیل و تبدیل یافته‌ها به شکل مفهومی، ایجاد طبقه‌بندی از یافته‌هاست. طبقه‌بندی یافته‌ها با مطالعه دقیق یافته‌ها و به صورت استقرایی ساخته می‌شود و با رفت و برگشت مستمر بین یافته‌ها و طبقه‌بندی، توسعه می‌یابد (Sandelowski et al. 2003). نکته اساسی اینکه، فن طبقه‌بندی، با فن دسته‌بندی - مد نظر (Sandelowski et al. 2007) - تفاوتی مهم دارد. دسته‌بندی، نوعی سازمان‌دهی و قراردادن یافته‌ها در دسته‌های مختلف است درحالی‌که در طبقه‌بندی، ارتباطات سلسله‌مراتبی یافته‌ها در هر دسته نیز مشخص می‌گردد.

۲-۱-۵. ترکیب یافته‌ها

مرحله ترکیب یافته‌ها، با یافتن استعاره‌ها<sup>۲</sup> و مفاهیم اصلی هر گزارش و مقایسه آن با سایر استعاره‌ها یا مفاهیم همان گزارش یا دیگر گزارش‌ها انجام می‌شود. زبان مورد استفاده در ترکیب باید دربرگیرنده استعاره‌های جدیدی باشد که در عین اختصار، بسیار زیرکانه‌تر، گسترده‌تر، واضح‌تر و معتبرتر از استعاره‌های مورد استفاده در مطالعات اولیه باشند (Noblit & Hare, 1988). طی مرحله ترکیب، پژوهشگران این فرصت را دارند تا نقاط قوت و ضعف و همچنین سهم<sup>۳</sup> هر مطالعه در حوزه مورد نظر را منتقدانه تفسیر نموده و با ارائه پیشنهادها<sup>۴</sup> جایگزین، حوزه جدیدی را بازطراحی کنند (Paterson et al. 2001). ترکیب یافته‌ها را به عنوان فرایند غیرخطی تفکر، تفسیر، خلق، نظریه‌پردازی و بازخورد معرفی می‌کنند،

با این توضیح که فرایند ساخت نظریه در فراترکیب بسیار دشوارتر از چیزی است که به نظر می‌رسد. این گام که منجر به ایجاد شناسایی مهارت‌های دیجیتالی برنامه درسی دانشجویان مهندسی شد که در قسمت یافته‌های پژوهش به طور مفصل بیان شده است.

## ۲-۱-۶. اعتباریابی<sup>۱</sup> یافته‌ها

فراترکیب‌گران می‌بایست از آغاز تا انجام فرایند، در اندیشه‌ها کارهای مناسب به منظور ارتقای اعتبار پژوهش خود باشند. (Sandelowski et al. 2007) چهار نوع اعتباریابی را برای فراترکیب معرفی می‌کنند:

- اعتباریابی توصیفی<sup>۲</sup>: شناسایی تمامی گزارش‌های مرتبط و تشخیص مشخصه‌های هر گزارش
- اعتباریابی تفسیری<sup>۳</sup>: ارائه تمام و کمال ادراک و نقطه نظرات پژوهشگران از گزارش‌ها
- اعتباریابی نظری<sup>۴</sup>: اعتبار روش‌هایی که فراترکیب‌گر به منظور یکپارچه‌سازی و تفسیر یافته‌های پژوهشی توسعه داده و به کار می‌برد
- اعتباریابی عملی<sup>۵</sup>: به معنای سودمندی، قابلیت انتقال دانش، کاربردی بودن و مناسب بودن فراترکیب

فرایندهایی که منجر به ارتقای اعتبار فراترکیب کیفی می‌شود را می‌توان در جدول ۲ به طور خلاصه

بیان کرد:

جدول ۲. فرایندهای بهینه‌سازی اعتبار فراترکیب (Sandelowski et al. 2007)

عملی	نظری	تفسیری	توصیفی	نوع اعتباریابی
		*	*	ارتباط با نویسندگان مطالعات اولیه
			*	مشورت با کتابدار مرجع
	*			مشورت با متخصص پژوهش‌های فراترکیب
*				مشورت با متخصص آموزش عالی
			*	جستجوی مستقل منابع حداقل توسط دو بازنگر
		*	*	ارزیابی مستقل هر گزارش حداقل توسط دو بازنگر
			*	جلسه‌های هفتگی گروه پژوهشی به منظور بحث درباره نتایج جستجوها و شکل‌دهی و اصلاح راهبردهای جستجوی منابع
		*	*	جلسه‌های هفتگی گروه پژوهشی به منظور بحث درباره نتایج ارزیابی‌ها و تصمیم‌گیری درباره راهبردهای ارزیابی مطالعات
	*	*	*	جلسه‌های هفتگی گروه پژوهشی به منظور تثبیت حوزه‌های مورد توافق و مذاکره درباره حوزه‌ها و موارد شامل اختلاف نظر تا رسیدن به اجماع
	*	*	*	مستندسازی از تمام فرایندها، رویه‌ها، تغییرات در روند کار و نتایج. برگزاری نشست‌های گروهی تفکر با صدای بلند.

۲-۱-۷. ملاحظات اخلاقی:

رعایت امانت در انتقال اطلاعات از مجلات مختلف و همچنین نویسندگان، از جمله ملاحظات اخلاقی این بخش بوده است.

### ۳. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش از طریق تحلیل محتوا، تمامی کدهایی که توسط پژوهشگران مد نظر قرار گرفته، استخراج شده است و در جدول شماره ۳ نوشته شده‌اند و در ادامه کدهای شناسایی شده در ۱۱ مضمون سازنده طبقه‌بندی شده و سپس در ۴ مورد از مضامین فراگیر ۱- شایستگی‌ها دانشجویان مهندسی ۲- الزامات دانشگاهی ۳- الزامات غیردانشگاهی و ۴- توسعه منابع انسانی قرار داده شده‌اند.

جدول ۳. کدگذاری شایستگی‌ها دانشجویان مهندسی و الزامات آموزش عالی بر اساس مطالعات انجام‌شده

مضامین فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه	مضامین پایه	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
۱	۴	۲۷	آمادگی نسبت به پذیرش آموزش ۴۰٪؛ کنترل تمایلات رفتاری؛ مهارت فراهم‌سازی شرایط تسهیل‌گر؛ توسعه مهارت‌های فردی (انعطاف‌پذیری، انطباق‌پذیری و اعتماد به نفس)؛ (مهارت تفکر فرارشته‌ای)؛ مهارت تفکر انتقادی، خلاقیت، یادگیری فعال و نوآوری، آگاهی از چالش‌های خود (دانشجو) و آموزش؛ یادگیری فعال و پروژه مشارکتی؛ توسعه توانمندی‌های فردی دانشجویان (مهارت استدلال، تفکر نظام‌مند، حل مسئله و مهارت اجتماعی). توسعه توانمندی‌های فردی (توانایی شناختی و تفکر محاسباتی)؛ توانمندی رهبری؛ انعطاف‌پذیری؛ سازگاری؛ سواد زبانی؛ تفکر انتقادی؛ حل مسئله؛ کل‌نگری؛ کارآفرینی و تعادل؛ ارزش‌ها و اخلاق؛ شفقت و ذهن آگاهی؛ خلاقیت و نوآوری؛ مهارت‌های جبر پایه؛ حل تعارض؛ توانمندی ارائه؛ (انگیزه برای یادگیری؛ ارتباطات؛ رشد شخصیت؛ رهبری؛ تفکر انتقادی؛ مهارت‌های حل مسئله؛ گروه‌سازی؛ هوش هیجانی؛ کسب انگیزه؛ مهارت‌های فردی (مسئولیت‌پذیری، تعهد و برقراری ارتباط مؤثر)؛ مهارت‌های فردی (خلاقیت و نوآوری، رهبری، انعطاف‌پذیری، حل مسئله، کار گروهی، خودمدیریتی، برقراری ارتباط، مشارکت‌پذیری)؛ مهارت‌های فردی	توانمندی‌های فردی دانشجویان	شایستگی‌ها دانشجویان مهندسی



		<p>(خلاقیت، انعطاف‌پذیری و مشارکت‌پذیری)؛ مهارت‌های شخصی (حل مسئله، خلاقیت، تفکر انتقادی). مهارت‌های فردی (کنجکاوی، تفکر انتقادی، خلاقیت و نوآوری). خلاق و نوآوری؛ مهارت نوآوری و خلاقیت؛ توانایی پذیرش و انطباق با تغییرات؛ مهارت‌های فردی (مهارت‌های کار گروهی، حل مسئله، خلاقیت و تفکر). توسعه مهارت‌های فردی حل مسئله، تفکر انتقادی، خلاقیت، مدیریت و هماهنگی؛ مهارت‌های فردی (یادگیری مادام‌العمر، نگرش مثبت، کار گروهی). توسعه مهارت‌های فردی (تفکر تحلیلی، ارتقای تفکر انتقادی، یادگیری فعال و نوین). توانایی‌های شناختی؛ مهارت‌های فردی (تفکر انتقادی، حل مسئله، سازگاری، خلاقیت و نوآوری، مدیریت، یادگیری مادام‌العمر). توسعه مهارت‌های فردی (انعطاف‌پذیری، خلاقیت، حل مسئله، تفکر انتقادی و تحلیلی و خود خوانی). انعطاف‌پذیری؛ سازگاری؛</p>		
	<p>۳۵</p>	<p>دانش تخصصی؛ مهارت‌های عملکردی؛ مهارت‌های نرم؛ مهارت زبان انگلیسی؛ مهارت استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مهندسی؛ مهارت طراحی و برنامه‌نویسی؛ مهارت تجزیه و تحلیل و ارزیابی نظام؛ فهم رابطه بین فناوری و هوش مصنوعی با روابط اجتماعی؛ آشنایی دانشجویان مهندسی با اهداف و فناوری‌های کلیدی صنعت ۴،۰؛ توسعه مهارت‌های حرفه‌ای؛ آموزش فنی؛ کار عملی آزمایشگاهی رایانه به دانشجویان مهندسی در مورد هوش مصنوعی؛ دانش تخصصی در دنیای زبان ماشین؛ فهم دانش روابط بین انسان‌ها و سایت‌های تولیدی؛ افزودن دانش در مورد روابط تجهیزات تولیدی؛ توسعه زبان انگلیسی؛ دانش ریاضیات و علوم مهندسی؛ مهارت تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها؛ شناسایی، تدوین و حل مسائل مهندسی؛ بینش در مورد راه‌حل‌های مهندسی در زمینه‌های اقتصادی و اجتماعی؛ استفاده از فنون، مهارت‌ها و ابزارهای مهندسی مدرن؛ سواد دیجیتال؛ دانش الکترونیکی؛ رشد دانش و فنی؛ مهارت‌های نرم؛ افزایش دانش و</p>	<p>دانش و مهارت‌های تخصصی</p>	

			<p>مهارت‌های مورد نیاز برای سازمان‌دهی صنعت در دنیای واقعی؛ توانمندی استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای؛ توسعه دانش ویژه و تخصصی؛ مهارت تجزیه و تحلیل، تفسیر و مستندسازی داده‌ها؛ دانش تخصصی (فناوری و اطلاعات، پژوهش‌های میان‌رشته‌ای، مهارت‌های نرم، تجزیه و تحلیل داده‌ها، استفاده از نرم‌افزار). مهارت همکاری و کار عملی در محیط بین‌المللی؛ مهارت‌های فناوری؛ دانش تخصصی مهندسی؛ مهارت محاسباتی و ریاضیات؛ مهارت‌های فنی؛ مهارت‌های نرم تخصصی؛ مهارت کار با ابزارها و تجهیزات تخصصی؛ مهارت‌های فنی و تخصصی (فناوری نانو، پهنابندها، زیست‌فناوری، مهارت‌های فنی). توسعه شایستگی‌ها (دانش و مهارت دانشجویان). مهارت استفاده از واقعیت مجازی؛ مهارت انجام شبیه‌سازی؛ مهارت استفاده از اینترنت؛ مهارت تحقیق و پژوهش؛ مهارت‌های فنی و تخصصی؛ مهارت‌های نرم؛ توسعه نرم‌افزار؛ توسعه مهارت‌ها؛ ارتباطات هوشمند انسان و رایانه؛ دانش سواد اطلاعاتی؛ دانش و نگرش تخصصی؛ مهارت همکاری‌های مجازی بین‌المللی؛ مهارت برنامه‌نویسی؛ مهارت زبان‌های خارجی؛ مهارت علمی؛ مهارت و دانش فنی</p>		
۱	۴	۷	<p>مهارت اجتماعی پذیری؛ مهارت تعامل و همکاری بین انسان‌ها؛ ارتباطات؛ توانایی‌های اجتماعی - عاطفی؛ فهم رابطه بین فناوری و هوش مصنوعی با روابط اجتماعی؛ توسعه مهارت‌های فردی و اجتماعی و عاطفی؛ آموزش تعامل و همکاری برای دانشجویان مهندسی؛ توانایی‌های اجتماعی - عاطفی؛ همکاری و برقراری ارتباط با دیگران در محیط‌های مجازی و چهره‌به‌چهره</p>	توانمندی‌های اجتماعی	
			<p>توانمندی‌های دیجیتالی فنی و چندرشته‌ای؛ ادغام محیط‌های یادگیری ۴٫۰؛ مهارت استفاده از اینترنت اشیا؛ هوش مصنوعی؛ رایانش مرزی؛ مهارت سواد دیجیتال؛ توسعه مهارت‌ها و دانش در زمینه اتوماسیون پیشرفته و رباتیک؛ یادگیری فناوری‌های کنترلی جدید به ویژه اینترنت اشیا؛ پلتفرم یا بستر برای طراحی،</p>		

ادامه جدول ۲

	مهارت‌های فناورانه دانشجویان	الزامات دانشگاهی
	<p>کنترل و توسعه برنامه اینترنت اشیا؛ مهارت فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ افزایش مهارت‌های دیجیتال؛ مهارت‌های فن آوری؛ فناوری‌های مثل سامانه‌های فیزیکی - سایبری؛ اینترنت اشیا؛ اینترنت خدمات؛ مهارت‌های فناوری و دیجیتالی (هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، اتوماسیون). مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ مهارت‌های دیجیتال؛ مهارت‌های بخش‌های تولیدی مبتنی بر فناوری؛ مهارت فناوری؛ مهارت‌های کار با تجهیزات رایانه‌ای و فناوری‌های نوین؛ مهارت‌های دیجیتال؛ مهارت‌های تخصصی دیجیتالی؛ فناوری‌های کلیدی فعال؛ مهارت فناوری‌های سه‌بعدی؛ توسعه فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات</p>	<p>تمهیدات مالی و مدیریتی مؤسسات آموزش عالی نسبت به تحولات صنعت ۴٫۰؛ کلاس‌های بین‌المللی؛ داشتن اساتید بین‌المللی؛ محیط‌های بین‌المللی، بین‌رشته‌ای و دیجیتال؛ ایجاد رشته‌های جدید مهندسی؛ ارتباط دانشگاه با صنعت؛ توسعه و به‌روزرسانی ابزارهای آموزشی؛ دسترسی به فناوری‌های پیشرفته. استانداردسازی فرایند آموزش و ساختار برنامه‌های آموزشی؛ آموزش دیجیتال در راستای صنعت ۴٫۰. چابک‌سازی فرایندهای آموزشی؛ آموزش پژوهش‌محور برای توسعه و حفظ شایستگی‌ها؛ تأمین هزینه‌ها؛ به‌روزرسانی منابع آموزشی؛ استفاده از مدل‌های شناختی در آموزش حرفه‌ای مهندسان؛ تحول در رویکردهای آموزشی بر اساس آموزش مدرن؛ ایجاد انطباق بین رویکردهای آموزشی با الزامات بازار کار؛ تغییر ساختار آموزش حرفه‌ای؛ ارائه آموزش برای متخصصان حرفه‌ای؛ ادغام دوره‌های آموزش مهندسی با محیط‌های یادگیری مجازی؛ توسعه دیجیتالی؛ توجه به رویکرد آموزشی بین‌رشته‌ای و فرارشته‌ای؛ توسعه برنامه‌های آموزشی جدید در راستای تحولات صنعت ۴٫۰؛ توسعه دیجیتال در همه ابعاد مؤسسات آموزش عالی. تحول در سبک‌های آموزشی و متناسب با نیازهای جامعه؛ تحول در نظام آموزش عالی از طریق</p>
۱۸		۶۱
		۴
		۱

		<p>تغییر در فرایندهای آموزش و برنامه‌های درسی؛ ارتباط آموزش عالی با صنعت و شرکت‌های تجاری؛ استفاده از پتانسیل مسابقات جهانی دانشجویی جهت کسب بینش، دانش و مهارت صنعتی؛ توسعه و تجهیز نرم‌افزاری آموزش عالی؛ ارتباط بین دانش دانشگاهی و کار صنعتی؛ توسعه و اجرای کلاس‌های ترکیبی (مجازی و حضوری) با استفاده از ابزارهای دیجیتال به عنوان بستر آموزشی و کلاس‌های درس معکوس. تغییرات در نظام‌های آموزشی متناسب با تحولات صنعت ۴٫۰. توسعه تولیدات تحقیقاتی. نوآوری‌های اجتماعی و آموزشی؛ ایجاد یک فرارشته‌ای نوآورانه؛ هوش مصنوعی در آموزش؛ پیاده‌سازی سامانه‌های پیشرفته و فناوری اطلاعات (واقعیت مجازی. واقعیت افزوده)؛ سامانه‌های جدید یا معماری فناوری اطلاعات؛ اتخاذ راهبردی آموزشی نوین</p>		
	۲۹	<p>فراهم‌سازی نرم‌افزارها و سامانه‌های فیزیکی سایبری و اینترنت اشیا برای تولید رباتیک. فراهم‌سازی فضای آموزشی دیجیتال؛ فراهم‌سازی و نوسازی فناوری‌های دیجیتال از جمله اینترنت اشیا؛ ایجاد آزمایشگاه‌های مجازی (و به طور کلی آزمایشگاه‌های برخط)؛ دسترسی آسان به داده‌های کلان؛ فراهم‌سازی فناوری‌های مورد نیاز صنعت ۴٫۰؛ فراهم‌سازی بسترهای فناوری؛ فراهم‌سازی امنیت سایبری و اینترنت اشیا؛ فراهم‌سازی بسترهای و تجهیزات فناوری؛ ایجاد محیط‌های یادگیری مدرن با ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ فراهم‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال؛ فراهم‌سازی زیرساخت‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های یاددهی-یادگیری نوین (ایجاد فضای ابری بین مؤسسات آموزش عالی جهت اشتراک گذاشتن علوم و داده‌های کلان)؛ فراهم‌سازی الزامات صنعت ۴٫۰ (اینترنت اشیا، داده‌های کلان، چاپ سه بعدی، محاسبات ابری، روبات‌های خودران، واقعیت مجازی و افزوده، سامانه‌های فیزیکی سایبری، هوش مصنوعی، حسگرهای هوشمند، شبیه‌سازی). فراهم‌سازی فناوری‌های نوظهور</p>	۴۰ بسترهای آموزشی	

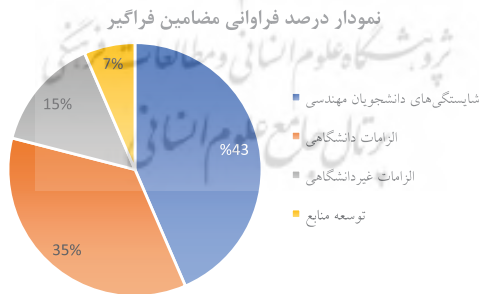
	۲۸	<p>به‌روزرسانی محتوای فنی مهندسی؛ توسعه و به‌روزرسانی برنامه درسی؛ اصلاح برنامه درسی و روش تدریس. بروز رسانی برنامه‌های درسی و آموزش به صورت مهارت‌محور برای یادگیری مادام‌العمر و مبتنی بر پروژه؛ به‌روزرسانی برنامه‌های درسی از نظر محتوایی، موضوعی، روش‌های ارائه و شیوه‌های ارزشیابی؛</p> <p>به‌روزرسانی برنامه درسی، رویکردهای آموزشی و شیوه‌های ارزیابی؛ عملی و پروژه محور بودن برنامه‌های درسی؛ توسعه برنامه درسی در راستای پاسخ به نیازهای محیطی؛ نوسازی نظام‌های آموزش و توسعه برنامه‌های درسی جدید در راستای تحولات صنعت ۴،۰؛ تطبیق برنامه‌های درسی با نیازهای انقلاب صنعتی ۴،۰؛ توسعه و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی؛ تدوین برنامه‌های درسی مهندسی مبتنی بر الزامات صنعت ۴،۰ از جمله چاپ سه بعدی.</p> <p>به‌روزرسانی برنامه‌های درسی؛ توسعه آموزش و محتوای برنامه درسی متناسب با صنعت ۴،۰؛ به‌روزرسانی محتوای برنامه‌های تحصیلی؛ به‌روزرسانی برنامه درسی به منظور پاسخگویی به تقاضای واقعی جامعه؛</p>	الزامات برنامه درسی	
		<p>ادغام و اجرای راهبردهای آموزش ۴،۰ با رویکردهای آموزشی جدید دانشگاه؛ آموزش‌های نوآورانه؛ ادغام آموزش ۴،۰ از طریق راهبردها و آزمایشگاه‌های جدید؛ طراحی یک چارچوب آموزشی بر اساس تجربه آموزشی و متناسب با آموزش ۴،۰؛ آمادگی اساتید برای پذیرش تغییرات راستای انطباق با تحولات صنعت ۴،۰؛ تغییر شیوه‌های تدریس؛ اجرای راهبردهای یادگیری با رویکرد علمی؛ تقویت رقابت‌پذیری دانش‌آموختگان؛ ادغام محیط‌های یادگیری دیجیتال و فیزیکی؛ ابتکارات آموزشی؛ مهارت‌های آموزشی؛ روش آموزشی نوآورانه؛ فراهم‌سازی کیت‌های آموزشی دیجیتال؛ آموزش ترکیبی (تئوری و عملی)؛ انعطاف‌پذیری در تمرین و تدریس؛ مهارت‌های آموزشی جدید؛ آموزش مهارت‌های نرم برای مهندسان در صنعت ۴،۰؛ ایجاد انگیزه برای دانشجویان و فارغ‌التحصیلان در یادگیری و کسب مهارت‌های موردنیاز صنعت ۴،۰؛ آموزش</p>		

		۳۹	مفاهیم و مهارت‌های ریابیک و فناوری‌های دیجیتال؛ آموزش ساخت افزودنی؛ توسعه راهبردهای آموزشی با پشتیبانی ادغام فناوری؛ به چالش کشیدن دانشجویان؛ آموزش تعامل و همکاری برای دانشجویان مهندسی؛ کار عملی برای توسعه توانایی‌ها و مهارت‌ها؛ اتخاذ راهبردهای آموزشی نوین؛ آموزش برنامه‌نویسی؛ روش‌های آموزشی ترکیبی برای انطباق با تحولات دیجیتالی و خواسته‌های صنعت ۴٫۰؛ آموزش و تدریس مبتنی بر چالش. اتخاذ رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه	بهسازی انسانی	
۱	۱	۱۳	توسعه و بهسازی منابع انسانی؛ ارائه آموزش برای متخصصان حرفه‌ای؛ آموزش مهارت‌های نرم برای مهندسان در صنعت ۴٫۰؛ توسعه و بهسازی نیروی کار صنعت ۴٫۰؛ آموزش دیجیتال برای کارکنان دانشگاه؛ آموزش افراد در ارتباط با مهارت‌های دیجیتال؛ بهسازی منابع انسانی (اخلاقیت و نوآوری، افزایش دانش و اطلاعات، ارتباطات). توسعه و بهسازی منابع انسانی؛ بهسازی نیروی کار متناسب با محیط‌های صنعتی. بهسازی منابع انسانی؛ توسعه و بهسازی منابع انسانی	توسعه منابع انسانی	توسعه منابع انسانی
۱	۲	۴	مهارت شناسایی نیازهای بازار کار؛ عملکرد حرفه‌ای؛ مهارت کار با تجهیزات و ابزارآلات در دنیای واقعی؛ توسعه و بهسازی نیروی کار صنعت ۴٫۰	الزامات بازار کار	الزامات غیردانشگاهی (۴)
			فناوری‌های صنعت ۴٫۰ مانند ریبات‌های خودران، شبیه‌سازی، ادغام افقی و عمودی، اینترنت اشیا صنعتی، ساخت و تولید افزودنی، واقعیت افزوده، امنیت سایبری، ابر و داده‌های بزرگ و تجزیه و تحلیل؛ بینش، دانش و مهارت در ارتباط با صنعت ۴٫۰؛ طراحی محیط‌های یادگیری در راستای صنعت ۴٫۰؛ مهارت استفاده از اینترنت اشیا و فناوری‌های برای تولید افزودنی؛ تغییر محیط‌های آموزشی به موازات عناصر انقلاب صنعتی ۴٫۰؛ توسعه توانمندی‌های مبتنی بر فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات مانند داده‌های بزرگ، اینترنت اشیا		

ادامه جدول ۲

	۲۵	<p>و شبیه‌سازی؛ دانش راهبردی صنعت ۴۰ مانند همکاری انسان‌ها و روبات‌ها، مهارت تجزیه و تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده؛ مهارت‌های مربوط به صنعت ۴۰؛ مهارت برنامه‌نویسی متناسب با فناوری‌های صنعت ۴۰ از جمله طراحی رباتیک، تجزیه و تحلیل داده‌ها، اینترنت اشیا، طراحی و نگهداری سامانه‌های هوشمند؛ فناوری‌های جدید مانند اینترنت اشیا؛ محاسبات ابری؛ هوش مصنوعی؛ مهارت‌های مربوط به مشاغل صنعت ۴۰؛ مهارت استفاده از اینترنت اشیا و پیاده‌سازی سامانه‌های اینترنت اشیا در محیط‌های واقعی؛ مبانی دیجیتال سازی و تحول دیجیتال متناسب با نیازهای صنعت</p>	مهارت‌های استراتژیک صنعت ۴۰	
--	----	---	-----------------------------	--

اطلاعات شکل ۲ نشان می‌دهد که شایستگی‌های دانشجویان مهندسی با ۴۳ درصد فراوانی بیشترین فراوانی را در بین سایر مضامین فراگیر شایستگی‌ها و الزامات آموزش عالی برای انطباق با صنعت ۴۰ دارد و همچنین الزامات دانشگاهی، الزامات غیردانشگاهی و توسعه منابع انسانی به ترتیب با ۳۵، ۱۵ و ۷ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دادند. نمودار زیر درصد فراوانی مضامین فراگیر شایستگی‌ها دانشجویان مهندسی و الزامات آموزش عالی را برای هم‌راستایی با صنعت ۴۰ نشان داده شده است.

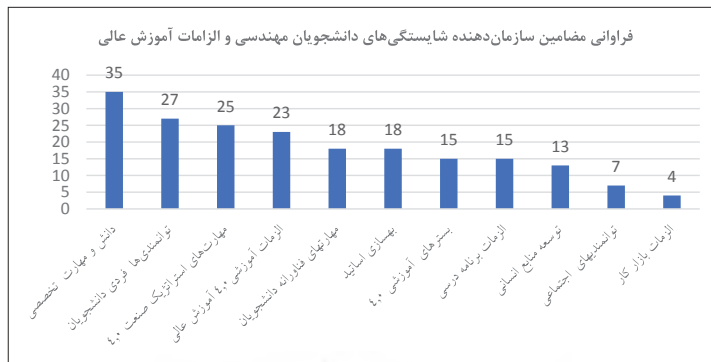


شکل ۲. درصد فراوانی مضامین فراگیر شایستگی‌های دانشجویان مهندسی و الزامات آموزش عالی

اطلاعات شکل ۳ نشان می‌دهد بیشترین فراوانی‌های مربوط به فراوانی مضامین سازمان دهنده شایستگی‌های دانشجویان مهندسی و الزامات آموزش عالی به ترتیب شامل دانش و مهارت تخصصی (۳۵ مورد)، توانمندی‌های فردی دانشجویان مهندسی (۲۷ مورد)، مهارت‌های راهبردی صنعت ۴۰ (۲۵ مورد)، الزامات آموزش ۴۰ (۲۳ مورد)، مهارت‌های فناورانه دانشجویان (۱۸ مورد)، بهسازی اساتید (۱۸



مورد)، بسترهای آموزش ۴۰٪ و الزامات برنامه درسی (به صورت مشترک ۱۵ مورد)، توسعه منابع انسانی (۱۳ مورد)، توانمندی‌های اجتماعی (۷ مورد) و الزامات بازار کار (۴ مورد) است.



شکل ۳. فراوانی مضامین سازنده شایستگی‌ها و توانمندی‌های حوزه آموزش عالی و دانشجویان

#### ۴. بحث

پژوهش حاضر از طریق روش کیفی فراترکیب و تجزیه و تحلیل نظرات و مبانی موجود در زمینه شایستگی‌ها و الزامات آموزش عالی و دانشجویان مهندسی به جمع‌بندی مطالعات انجام‌شده در این حوزه پرداخت و شایستگی‌ها و الزامات لازم برای انطباق با صنعت ۴.۰ در ۴ بعد و ۱۱ مؤلفه طبقه‌بندی نمود. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، یکی از ابعاد شناسایی‌شده، بعد شایستگی‌های دانشجویان مهندسی است. این بعد در ۸۷ مورد از مطالعات مورد بررسی در این پژوهش بررسی شده و دارای ۴ مؤلفه است. مؤلفه اول توانمندی‌های فردی دانشجویان است. این مؤلفه در ۲۷ مورد از مطالعات مورد بررسی در این پژوهش اشاره شده است. یافته‌های مطالعه کنونی در این مطالعه به آمادگی نسبت به پذیرش آموزش ۴.۰، کنترل تمایلات رفتاری، مهارت فراهم‌سازی شرایط تسهیلگر و ... اشاره می‌کند که با مطالعات (Subramaniam et al., 2021) و (Satpathy et al., 2020) هم‌راستا است و تأکید بر توانمندی‌های فردی برای انطباق با صنعت ۴.۰ می‌نمایند اما مطالعات (Romero et al., 2021) و (Sait & Anshari, 2021) بر خلاف یافته‌های این مطالعه که بر دانش و مهارت تخصصی دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ۴.۰ تأکید می‌کنند. مؤلفه بعدی دانش و مهارت تخصصی است که در ۳۵ مورد از مطالعات مورد بررسی به آن اشاره شده است. یافته‌های مطالعه کنونی در این مطالعه به دانش تخصصی، مهارت‌های عملکردی، مهارت‌های نرم، مهارت زبان انگلیسی و ... می‌پردازد که با مطالعات (Caroline et al., 2020) و (Hernandez-de-Menendez et al., 2020) هم‌راستا هست و تأکید بر دانش و مهارت دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ۴.۰ می‌نمایند اما مطالعات (Romero et al., 2021) و (Sait & Anshari, 2021) بر خلاف یافته‌های مطالعات این مؤلفه بر دانش و

مهارت تخصصی دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ۴٫۰ تأکید می‌کنند. مؤلفه سوم این بعد، مهارت‌های فناورانه دانشجویان مهندسی است. موضوعات این مؤلفه شامل توانمندی‌های دیجیتالی فنی و چندرشته‌ای، ادغام محیط‌های یادگیری ۴٫۰، مهارت استفاده از اینترنت اشیا و ... است که با مطالعات (Turcu & Turcu, 2018)، (Bashir et al., 2020) و (Sackey et al., 2017) هم‌راستا است و تأکید بر مهارت‌های فناورانه دانشجویان مهندسی در راستای تحولات صنعت ۴٫۰ می‌نمایند اما مطالعات (Kusmin et al., 2018) و (Faizah & Ainul Azmin, 2019) برخلاف یافته‌های این مطالعات مربوط به این مؤلفه به تغییر و به‌روزرسانی محتوای درسی دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ۴٫۰ اشاره دارد. مؤلفه چهارم این بعد توانمندی‌های اجتماعی دانشجویان مهندسی است. به این مؤلفه در ۷ مورد از مطالعات مورد بررسی در این پژوهش اشاره شده است موضوعات این مؤلفه شامل مهارت اجتماعی پذیری، مهارت تعامل و همکاری بین انسان‌ها، ارتباطات و ... است که مطالعات (Goulart et al., 2022) و (Popkova & Kristina, 2019) با یافته‌های این مؤلفه هم‌راستا است و مهارت‌های اجتماعی را برای انطباق با صنعت ۴٫۰ لازم می‌دانند اما مطالعات (Blayone & VanOostveen, 2021) و (Isaias & Antonio, 2018) برخلاف یافته‌های این مؤلفه به ترتیب مهارت‌های دیجیتالی و تخصصی را برای انطباق با صنعت ۴٫۰ مورد توجه قرار می‌دهند.

بعد دوم، بعد الزامات دانشگاهی است. این بعد در ۷۱ مورد از مطالعات مورد بررسی در این پژوهش بررسی شده و دارای ۴ مؤلفه است. مؤلفه اول الزامات آموزشی ۴٫۰ است که در ۲۳ پژوهش این مطالعه به آن اشاره شده و به موضوعاتی از قبیل تمهیدات مالی و مدیریتی مؤسسات آموزش عالی نسبت به تحولات صنعت ۴٫۰، کلاس‌های بین‌المللی، اساتید بین‌المللی و ... می‌پردازد که مطالعات (Henny et al., 2021) و (Andrzej et al., 2022) با نتایج یافته‌های این مؤلفه هم‌راستا هستند اما نتایج مطالعات (Ralph et al., 2022) و (Dos Santos et al., 2018) مهارت‌های دیجیتالی را برای انطباق با تحولات صنعت ۴٫۰ ضروری می‌دانند. مؤلفه دوم این بعد، بسته‌های آموزش ۴٫۰ است که در ۱۵ مطالعه به آن اشاره شده و دربرگیرنده مباحثی مثل فراهم‌سازی نرم‌افزارها و سامانه‌های فیزیکی سایبری و اینترنت اشیا برای تولید رباتیک، فراهم‌سازی فضای آموزشی دیجیتالی، فراهم‌سازی و نوسازی فناوری‌های دیجیتالی از جمله اینترنت اشیا و ... است که مطالعات (Sackey et al., 2017) و (Terkowsky et al., 2019) هم‌راستا هستند. ولی مطالعات (Kulkarni et al., 2020) و (Kipper et al., 2021) مهارت‌های فردی را برای انطباق با صنعت ۴٫۰ لازم می‌دانند. مؤلفه سوم این بعد الزامات برنامه درسی ۴٫۰ است که در ۱۵ مطالعه به آن پرداخته شده و شامل به‌روزرسانی محتوای فنی مهندسی، توسعه و به‌روزرسانی برنامه درسی، اصلاح برنامه درسی و روش تدریس و ... است و مطالعات (Lopez Rios et al., 2021) و (Liljaniemi & Paavilainen, 2020) همسو با نتایج مطالعات این مؤلفه تغییر و نوسازی برنامه‌های درسی را انطباق با صنعت ۴٫۰ لازم و ضروری می‌دانند اما مطالعات (Chen & Chen, 2021) و (Luna et al., 2022) به ترتیب

توانمندی‌های فردی و مهارت‌های تخصصی را برخلاف یافته‌های این مؤلفه برای انطباق با صنعت ۴٫۰ ضروری می‌دانند. مؤلفه چهارم این بعد بهسازی اساتید است که در ۱۵ مطالعه به آن پرداخته شده و شامل ادغام و اجرای راهبردهای آموزش ۴٫۰ با رویکردهای آموزشی جدید دانشگاه، آموزش‌های نوآورانه، ادغام آموزش ۴٫۰ از طریق راهبردها و آزمایشگاه‌های جدید و ... است. نتایج مطالعات (Bru- (Mingaleva & Vukovic, 2020) و (Dermann et al., 2019)، (Hernandez-de-Menendez et al., 2020 همسو با نتایج این مطالعه بر بهسازی اساتید در راستای انطباق تحولات صنعت ۴٫۰ تأکید می‌کنند اما نتایج مطالعات (Ruohomaa et al., 2021) و (Bordel et al., 2019) به ترتیب محتوای فنی و بسترها را بر خلاف نتایج مطالعات این مؤلفه برای انطباق با تحولات صنعت ۴٫۰ لازم و ضروری می‌دانند.

بعد بعدی، بعد توسعه منابع انسانی است که در ۱۰ مطالعه به آن پرداخته شده و شامل ۱ مؤلفه است. مؤلفه این بعد توسعه منابع انسانی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق ۴٫۰ است که شامل موضوعاتی مانند توسعه و بهسازی منابع انسانی، ارائه آموزش برای متخصصان حرفه‌ای، آموزش مهارت‌های نرم برای مهندسان در صنعت ۴٫۰ است که نتایج مطالعات (Suarez-Fernandez de Miranda et al., 2021) و (Tutlys & Spoettl, 2022) با نتایج این مؤلفه همسو هستند؛ اما نتایج مطالعات (Korkmaz & Kalayci, 2019) و (Jesus Gonzalez-Hernandez & Granillo-Macias, 2020) بر خلاف نتایج مطالعات این مؤلفه تغییر و به‌روزرسانی برنامه درسی را برای انطباق با تحولات صنعت ۴٫۰ لازم می‌دانند.

بعد آخر، بعد الزامات غیردانشگاهی است که در ۲۹ مطالعه به آن پرداخته شده و شامل ۲ مؤلفه است. مؤلفه اول این بعد، الزامات بازار کار برای هم‌راستایی با تحولات صنعت ۴٫۰ است که شامل موضوعاتی مانند مهارت شناسایی نیازهای بازار کار، عملکرد حرفه‌ای، مهارت کار با تجهیزات و ابزارآلات در دنیای واقعی، توسعه و بهسازی نیروی کار صنعت ۴٫۰ و ... است که با نتایج مطالعات (Skrinjaric & Domadenik, 2020) و (Jagannathan et al., 2019) همسو است و نتایج مطالعات (Bun et al., 2021) و (Khalid & Ahmad, 2021) به ترتیب بسترهای آموزشی و توانمندی‌های فردی را برای انطباق با صنعت ۴٫۰ لازم می‌دانند. مؤلفه بعدی مهارت‌های راهبردی صنعت ۴٫۰ برای انطباق با صنعت ۴٫۰ است که در ۱۳ مطالعه به آن اشاره کرده و به موضوعاتی از قبیل فراهم‌سازی فناوری‌های صنعت ۴٫۰ مانند ربات‌های خودران، شبیه‌سازی، ادغام افقی و عمودی، اینترنت اشیا صنعتی، ساخت و تولید افزودنی، واقعیت افزوده، امنیت سایبری، ابر و داده‌های بزرگ و تجزیه و تحلیل، بینش، دانش و مهارت در ارتباط با صنعت ۴٫۰، طراحی محیط‌های یادگیری در راستای صنعت ۴٫۰ است که با نتایج مطالعات (Tabuen- (Mujtahid et al., 2021) و (Cantu-Ortiz et al., 2020) همسو است اما نتایج مطالعات (ca et al., 2020) و (Serafin, 2019) برخلاف نتایج مطالعات این مؤلفه، توانمندی‌های فردی را برای انطباق با تحولات صنعت ۴٫۰ مورد توجه قرار می‌دهند. (سایر مؤلفه‌های هر یک از ابعاد به صورت کامل در جدول شماره ۳ بیان شده است).

در پایان اذعان می‌نماید دانشگاه‌ها و مرکز آموزش عالی می‌توانند شایستگی‌های احصاء شده در این مطالعه را در بازنگری و بهسازی برنامه‌های درسی آموزش مهندسی برای انطباق کارآمدتر با صنعت ۴ مورد تأمل قرار دهند. به پژوهشگران آتی نیز پیشنهاد می‌گردد موضوع ارزیابی شایستگی‌های دانشجویان مهندسی و سنجش میزان آمادگی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق با صنعت را در کانون مطالعات آتی قرار دهند.

### ۵. نتیجه‌گیری

هدف مطالعه شناسایی شایستگی‌ها و توانمندی‌های دانشجویان مهندسی و الزامات دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق با صنعت ۴،۰ است که در مجموع شایستگی‌ها و توانمندی‌های به‌دست‌آمده از بررسی پژوهش‌های انجام‌شده، حاکی از الزام آن‌ها در انطباق و هم‌راستایی آموزش عالی با صنعت ۴،۰ است. بخشی از این شایستگی‌ها مثل شایستگی‌ها و الزامات برنامه درسی، شایستگی‌ها و الزامات آموزشی و شایستگی‌ها و توانمندی‌های اساتید نیاز است در حوزه آموزش عالی به وجود بیایند تا علاوه بر اینکه آموزش عالی هم‌راستا با تغییرات محیطی به خصوص انقلاب صنعتی چهارم واکنش انجام داده باشد، برون داد آن دانشجویانی باشد که شایستگی‌ها و توانمندی‌هایی مثل دانش ویژه و تخصصی، فردی، فناوری و اطلاعات و اجتماعی کسب کنند و از طریق این کنش محیط را وادار به واکنش کند تا مهارت‌های راهبردی صنعت ۴،۰ و شایستگی‌ها و الزامات بازار کار برای پاسخ به نیاز انقلاب صنعتی چهارم را فراهم کند. بنابراین آموزش عالی به عنوان مهم‌ترین رسالت خود یعنی پرورش نیروی انسانی ماهر و توانمند برای آینده جامعه عمل کرده و نقش واسطه بین صنعت و محیط را ایجاد می‌کند و از این طریق علاوه بر اینکه خود را با انقلاب صنعتی چهارم سازگار می‌کند به تقاضاهای محیطی هم پاسخ می‌دهد و انتظاراتی را که جامعه از آن دارد را برآورده می‌کند و جایگاه از دست‌رفته خود را به دست می‌آورد.

### References

- Abedi Jafari, A & Amiri, M. (2019). Meta-synthesis as a method for synthesizing qualitative researches, *Methodology of Social Science and Humanities*, 25(99), 73-87. [In Persian].
- Barroso J. Gollop C. Sandelowski M. Meynell J. Pearce P. & Collins L. (2003). The challenge of searching for and retrieving qualitative studies. *Western Journal of Nursing Research*, 25(2), 153-178.
- Blayone, T. J., & VanOostveen, R. (2021). Prepared for work in Industry 4.0? Modelling the target activity system and five dimensions of worker readiness. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34(1), 1-19.
- Brudermann, T., Aschemann, R., Füllsack, M., & Posch, A. (2019). Education for sustainable development 4.0: Lessons learned from the University of Graz, Austria. *Sustainability*, 11(8), 2347.
- Dos Santos, M. T., Vianna Jr, A. S., & Le Roux, G. A. (2018). Programming skills in the industry 4.0: are chemical engineering students able to face new problems? *Education for Chemical Engineers*, 22, 69-76.

- Goulart, V. G., Liboni, L. B., & Cezarino, L. O. (2022). Balancing skills in the digital transformation era: The future of jobs and the role of higher education. *Industry and Higher Education*, 36(2), 118–127.
- Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C. A., & Morales-Menendez, R. (2020). Engineering education for smart 4.0 technology: a review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14(3), 789–803.
- Hernandez-de-Menendez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A., & McGovern, M. (2020). Competencies for industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14(4), 1511–1524.
- Jagannathan, S., Ra, S., & Maclean, R. (2019). Dominant recent trends impacting on jobs and labor markets—An Overview. *International Journal of Training Research*, 17(sup1), 1–11.
- Khalid, K., & Ahmad, A. M. (2021). The relationship between employability skills and career adaptability: A case of undergraduate students of the United Arab Emirates. *Higher Education, Skills and Work-based Learning*.
- Kipper, L. M., Iepsen, S., Dal Forno, A. J., Frozza, R., Furstenuau, L., Agnes, J., & Cossul, D. (2021). Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society*, 64, 101454.
- Korkmaz, G., & Kalayci, N. (2019). Theoretical foundations of project based curricula in higher education. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 48(1), 236–274.
- Lee, M., Yun, J. J., Pyka, A., Won, D., Kodama, F., Schiuma, G., & Zhao, X. (2018). How to respond to the fourth industrial revolution, or the second information technology revolution? Dynamic new combinations between technology, market, and society through open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(3), 21.
- Lieu, T. T. B., Duc, N. H., Gleason, N. W., Hai, D. T., & Tam, N. D. (2018). Approaches in developing undergraduate IT engineering curriculum for the fourth industrial revolution in Malaysia and Vietnam. *Creative Education*, 9(16), 2752–2772
- Liljaniemi, A., & Paavilainen, H. (2020). Using digital twin technology in engineering education—course concept to explore benefits and barriers. *Open Engineering*, 10(1), 377–385.
- Luna, A., Chong, M., & Jurburg, D. (2022). Teaching integration, trust, communication, and collaboration competencies using challenge-Based learning for business and engineering programs. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 17(1), 89–98.
- Matthews, A., McLinden, M., & Greenway, C. (2021). Rising to the pedagogical challenges of the Fourth Industrial Age in the university of future: an integrated model of scholarship. *Higher Education Pedagogies*, 6(1), 1–21.
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., & Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278.
- Mohammadi, M.; Saber, M.; Salimi, Gh & Noori, N. (2018). A practical guide to meta-synthesis method for identifying professional competencies of teachers in teaching nature of science, *Journal of Curriculum Studies*, 13(50), 73–106. [in Persian].
- Mohammadi, M., & Banakar, F. (2011). Assessments of telecommunication students based on employment standards of engineering project management of shiraz electronic industries, *Iranian Journal of Engineering Education*, 12(48), 89–116. [in Persian].
- Mokhtar, M. A., & Noord, N. (2019). An exploratory study of industry 4.0 in Malaysia: a case study of higher education institution in Malaysia. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 16(2), 978–987.
- Mosayebi, A., Ghorbani, S., & Masoomi, B. (2020). Applying fuzzy delphi and best-worst method for identifying and prioritizing key factors affecting on university-industry collaboration. *Decision Science Letters*, 9(1), 107–118. [in Persian].
- Mudin, D. K. D. (2018). Industrial revolution 4.0: role of universities. *Borneo Journal of Medical Sciences (BJMS)*, 1–1.
- Mujtahid, I. M., Berlian, M., Vebrianto, R., Thahir, M., & Irawan, D. (2021). The development of digital age

- literacy: A case study in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(2), 1169–1179.
- Najafi, F; Monjazebi, F; Nikpeyma, N. (2013). Meta-synthesis of qualitative research in nursing: a literature review. *Journal of Qualitative Research in Health Sciences*, 2(4), 320–335.[in Persian].
  - Nithyanandam, G., Munguia, J., & Marimuthu, M. (2022). “Digital literacy”: Shaping industry 4.0 engineering curriculums via factory pilot-demonstrators. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 5, 100092.
  - Noblit, G. W. Hare, R. D. & Hare, R. D. (1988). Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies.
  - Paterson, B. L., Throne, S. E., Canam, C., & Jillings, C. (2001). Meta-study of qualitative health research: A practical guide to meta-analysis and meta-synthesis, Thousand Oaks, CA: Sage.
  - Pattanapairoj, S., Jamrus, T., Nanthapodej, R. & Sethanan, K. (2020). A gap analysis between the expectation of industry 4.0 and the ability of the current industrial engineering graduates in Khon Kaen University. *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, Bangkok - Thailand. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4807655>.
  - Pinto, E. B., & Fernandes, G. (2021). Collaborative R&D the key cooperation domain for university-industry partnerships sustainability-position paper. *Procedia Computer Science*, 181, 102–109
  - Popkova, E. G., & Zmiyak, K. V. (2019). Priorities of training of digital personnel for industry 4.0: Social competencies vs technical competencies. *On the Horizon*.
  - Ralph, B. J., Woschank, M., Pacher, C., & Murphy, M. (2022). Evidence-based redesign of engineering education lectures: Theoretical framework and preliminary empirical evidence. *European Journal of Engineering Education*, 47(4), 636–663.
  - Ruohomaa, H., Salminen, V., & Natalia, V. (2021). Education services on industry 4.0 in the age of 4th industrial revolution. *Acta Technica Napocensis-series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering*, 64(4s).
  - Sackey, S. M., Bester, A., & Adams, D. (2017). Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), 114–124.
  - Sait, M. A., & Anshari, M. (2021). Industrial revolution 4.0: A new challenge to Brunei Darussalam’s unemployment issue. *International Journal of Asian Business and Information Management (IJABIM)*, 12(4), 33–44.
  - Sandelowski, M. & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer Publishing Company.
  - Sandelowski, M. Barroso, J. & Barroso, J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer Publishing Company.
  - Satpathy, S., Dash, K. K., & Mohapatra, M. (2020). A study on the new design thinking for industrial revolution 4.0, requirements and graduate readiness. *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*, 12(4).
  - Serafin, C. (2019). Information science in technical education process in czech republic. *Int. J. Eng. Pedagog.*, 9(5), 89–102.
  - Sitepu, R. B., Eliyana, A., Raza, A., & Rosalina, M. (2020). The readiness of educational competency in higher education in connecting the era of industrial revolution 4.0. *In SHS Web of Conferences*, Vol. 76, p. 01045. EDP Sciences.
  - Suarez-Fernandez de Miranda, S., Aguayo-González, F., Ávila-Gutiérrez, M. J., & Córdoba-Roldán, A. (2021). Neuro-competence approach for sustainable engineering. *Sustainability*, 13(8), 4389.
  - Subramaniam, M., Noordin, M. K., & Nor, H. M. (2021). Eight discipline-problem based learning in industrial training program to develop future proof skills among graduate engineers. *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, 17(12).
  - Tabuena, B., García-Alcántara, V., Gilarranz-Casado, C., & Barrado-Aguirre, S. (2020). Fostering environmental awareness with smart IoT planters in campuses. *Sensors*, 20(8), 2227.
  - Terkowsky, C., Frye, S., & May, D. (2019). Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competencies for “Working 4.0”? *European Journal of Education*, 54(4), 577–590.
  - Tri, N. M., Hoang, P. D., & Dung, N. T. (2021). Impact of the industrial revolution 4.0 on higher education in



- Vietnam: challenges and opportunities. *Linguistics and Culture Review*, 5(S3), 1-15.
- Tri, N. M., Hoang, P. D., & Dung, N. T. (2021). Impact of the industrial revolution 4.0 on higher education in Vietnam: challenges and opportunities. *Linguistics and Culture Review*, 5(S3), 1-15.
  - Tseng, C. T., Lee, C. Y., & Tai, K. C. (2019). Development and assessment of a mold design curriculum corresponding to industry 4.0 based on the CDIO principles. *The International Journal of Engineering Education*, 35(5), 1526-1539.
  - Tseng, F. C., Huang, M. H., & Chen, D. Z. (2020). Factors of university-industry collaboration affecting university innovation performance. *The Journal of Technology Transfer*, 45(2), 560-577.
  - Weerasinghe, I. M. S., & Dedunu, H. H. (2021). Contribution of academics to university-industry knowledge exchange: A study of open innovation in Sri Lankan universities. *Industry and Higher Education*, 35(3), 233-243.
  - Wei-Te, L. I. U. (2017). From industrial 4.0 to manufacturing 4.0: TVET in response to the 4th industrial revolution and current digitization in Taiwan, 31-31.
  - Xing, B. (2019). Towards a magic cube framework in understanding higher education 4.0 imperative for the fourth industrial revolution. *Handbook of research on challenges and opportunities in launching a technology-driven international university* (pp. 107-130). IGI Global.
  - Samiyan, M., (2018). The relationship between the core and professional competencies of agricultural students and the social structure of education with the mediating role of educational motivation, *Journal of Agricultural Extension and Education Research*, 10(4), 37-56. [in Persian].



◀ **مصیب بامری:** دانشجوی دکتری رشته مدیریت آموزشی، از دانشگاه شیراز است. حوزه‌های پژوهشی ایشان، مطالعات مدیریت آموزشی و آموزش عالی و اثر تحولات انقلاب صنعتی ۴ در دنیای آموزش است.



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





◀ **رحمت‌اله مرزوقی:** فارغ‌التحصیل رشته برنامه‌ریزی درسی از دانشگاه مدرس است. وی هم‌اکنون استاد دانشگاه شیراز بوده و زمینه‌های پژوهشی ایشان، مطالعات برنامه درسی، مبانی برنامه درسی، گونه‌شناسی برنامه درسی، برنامه درسی تربیت دینی است.



◀ **سیدعلی اکبر صفوی:** استاد بخش مهندسی قدرت و کنترل، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز است و زمینه‌های پژوهشی و علمی ایشان شامل کنترل بهینه، کنترل پیش‌بین مدل غیرخطی، کنترل مبتنی بر چند مدل، کنترل مدل داخلی، شناسایی سامانه، کنترل فرایند، موجک‌ها، شبکه‌های عصبی مبتنی بر موج، نظارت و تجزیه و تحلیل داده‌ها، کنترل مبتنی بر وب، برنامه‌های IT، کنترل شبکه، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS)، شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN)، کنترل خودکار، اینترنت اشیا است.



◀ **مهدی محمدی:** فارغ‌التحصیل رشته برنامه‌ریزی درسی از دانشگاه شیراز است. وی هم‌اکنون دانشیار دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز و عضو هیئت علمی بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی است. زمینه‌های پژوهشی ایشان، مطالعات برنامه درسی است.