دو فصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی
سال ۱۴، شماره ۲۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ۱۸۶-۱۴۳

Journal of Higher Education Curriculum Studies Vol.14, No.28,143 -186

ارائه الگوی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی با رویکردی مبتنی بر نظریه داده بنیاد

Curriculum Model of Laboratory Courses in Engineering Fields Based on Grounded Theory

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵، **تاریخ ارزیابی**: ۱۴۰۲/۴/۱۱، **تاریخ پذیرش مقاله**: ۱۴۰۲/۷/۱۸

محمد خلیلی[۱]، علی اکبر خسروی بابادی[*۲]، عباس خورشیدی[۳]، فاطمه حمیدی فر[۴]

چکیده: پژوهش حاضر با هدف ارائه الگوی اثر بخش برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی دانشگاه‌های آموزش عالی با رویکرد مبتنی بر نظریه داده بنیاد مشتمل بر کدگذاری باز، کد گذاری محوری و کد گذاری انتخابی صورت پذیرفت. این پژوهش از نظر هدف کاربردی، از نظر داده کیفی و از نظر اجرای پژوهش داده بنیاد است. شرکت کنندگان در پژوهش صاحب نظران و خبرگان در زمینه آموزش دروس آزمایشگاهی بودند. روش نمونه گیری به روش هدفمند گلوله برفی صورت پذیرفت و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. مرحله کد گذاری باز با مطالعه ادبیات پژوهشی ملی و بین المللی و همچنین سند کاوی انجام شد و نتایج حاصله در کد گذاری انتخابی مورد دسته بندی قرار گرفت. سپس یافته‌ها با نظر ۱۶ نفر از خبرگان این حوزه و به کمک فن دلفی و همچنین برگزاری جلسه بارش مغزی مورد ارزیابی قرار گرفت و الگویی شامل ۸۴ گویه، ۲۱ شاخص، ۱۰ مولفه و ۵ بعد منطق با نظر خبرگان پژوهش تدوین شد. در این پژوهش ابعاد: انتظارات دانشجویان، دانش پیش آزمایشگاهی، چرخه ی ارائه، ارزیابی و مقاصد نهایی برای برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی پیشنهاد شد.

کلمات کلیدی: برنامه درسی، دروس آزمایشگاهی، آموزش مهندسی، آموزش عالی

M.Khalili. Dr.A.Khosravi Babadi. Dr.A.Khorshidi. Dr.F.Hamidifar

Abstract: The present study was conducted with the aim of introducing the effective curriculum model of laboratory courses of technical and engineering fields in higher education based on the Grounded theory, including open coding, axial coding and selective coding. The research method is applied in terms of purpose, qualitative in terms of data type and Grounded Theory in terms of nature and type of data study. The study population consists of all experts in the field of absorption. The open coding phase was done by studying national and international research literature as well as document mining and the results were categorized in selective coding. Then, the findings were evaluated with the methods of interviews with experts, Delphi technique, and holding a brainstorming session, and a model including 80 items, 21 indicators, 10 components, and 5 dimensions of logic was developed with the opinion of research experts. In this research, the dimensions: students' expectations, pre-laboratory knowledge, implementation cycle, evaluation and final goals were proposed for the curriculum of laboratory courses in technical and engineering fields.

Keywords: curriculum, laboratory courses, engineering education, higher education

[۱] . دانشجوی دکتری، گروه مدیریت آموزش عالی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران. m.khalili@outlook.com

[۲] . دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، تهران. ایران (نویسنده مسئول) khosravi.edu@gmail.com

[۳] استاد، گروه مدیریت آموزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران. A_khorshidi@iiau.ac.ir

[۴] استادیار، گروه مدیریت آموزشی، دانشگاه آراد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران. fatemehhamidifar@gmail.com

مقدمه

مهندسان نقش مهمی در توسعه پایدار جوامع خود ایفا می‌کنند. بنابراین، آموزش پایداری در دانشگاه‌ها، به ویژه برای دانشجویان مهندسی، برای توسعه پایدار امری ضروری است.(2021، Nagy & Abdulwahed) مهندسی به عنوان محرک اصلی پیشرفت و نوآوری تلقی می‌شود و نقش اساسی در حل چالش‌های مهمی ایفا می‌کند که بشریت در سالهای آینده با آن روبرو خواهد شد که از آن جمله می‌توان به هوشمندانه شهرها و زیرساخت‌ها، تامین آب بهداشتی، انرژی پاک و تولید پایدار اشاره کرد. امکان ارائه راه حل‌هایی برای این مشکلات، مستلزم آموزش موثر مهندسین است(Olsen et al, 2018). اما امروزه آموزش مهندسی، به دلیل سیل بیش از حد اطلاعات از طریق رسانه‌های دیجیتال با کاهش متقاضی روبرو است و موسسات جذب دانشجو را بسیار چالش برانگیز می‌دانند و این زمان مناسب برای شناسایی رویکرد موثر برای بهبود کیفیت آموزشی است (Johnson & Ramadas, 2020). فقدان آموزش مطلوب بسیاری از دانش جویان را مجبور کرده است تا فرمت مورد انتظار آموزشی خود را با آزمون و خطا بیاموزند، که این موضوع منجر به سرخوردگی و تأخیر در روند آموزشی شده است(Rau, 2021) همچنین وابستگی آموزش مهندسی به سطح تکنولوژی باعث شده است، اکثر فارغ التحصیلان مهندسی و فناوری در کشورهای در حال توسعه در سطح کیفی همانند فارغ التحصیلان در کشورهای پیشرفته تحصیل نکنند و این موضوع منجر به سرمایه گذاری بالای صنایع برای آموزش فارغ التحصیلان در حین اشتغال در این کشورها می‌شود (Borah, Malik, Massini, 2019). از سویی یادگیری دوره‌های مهندسی به دلیل ماهیت پیچیده آن، چالش برانگیز است. با کاهش منابع به عنوان مثال، قطع مداوم بودجه، حرکت شغلی کارمندان حرفه ای / دانشگاهی، کمبود نیروهای، زیرساخت‌های آزمایشگاهی ناکافی، آموزش و یادگیری دوره‌های مهندسی دشوارتر نیز می‌شود. برای غلبه بر این چالش‌ها، تغییر برنامه آموزشی به یک آموزش مقرون به صرفه، کاربرپسند و جذاب امری لازم به نظر می‌رسد (Chowdhury et al, 2019). یکی از مشکلات آموزش رشته‌های مهندسی، توجه ویژه به دروس تئوری در مقابل دروس عملی است. این موضوع منجر به عدم تخصص عملی کافی فارغ التحصیلان در پایان دوران تحصیل می‌شود (Eydiani, 2020). دروس عملی از اصلی ترین تلاش برای برای زمینه سازی کارآفرینی در دانشجویان است اما آموزش مهارت‌های فنی با تمام اهمیت آن زمانی موثر است که بر اساس نیازها و دیدگاه‌های افراد باشد (Khabiri, 2019).

مؤسسات آموزش عالی، به صورت مستمر، در کمک به سعادت جامعه، نقش ایفا می‌کنند. و برای این منظور باید همه رسالت‌های دانشگاه در برنامه درسی منعکس شود (Yob et al, 2016). برنامه درسی بستر شکل گرفتن مهمترین فرایند نظام دانشگاهی یعنی یادگیری است. برنامه درسی همه بخش‌های درگیر دانشگاه با فرایند تدریس، یادگیری و همچنین هدف،

طراحی، هدایت و ارزشیابی تجربیات آموزشی را نیز در بر می‌گیرد و درضمن سازماندهی برنامه درسی به وسیله فلسفه آموزشی موسسه تعریف می‌شود و همچنین فلسفه آموزش در تعیین ساختار و محتوا دانش و جو آموزشی نیز دخالت مستقیم دارد. (Fathi Vajargah, 2013) برنامه ریزی درسی آموزش عالی طرحی علمی است که شامل اهداف، فعالیت‌ها و راه‌های سنجش میزان موفقیت است و هدف آن رشد و پرورش علمی دانشجویان است که حاکی از فرایند مشارکت غیر رسمی تعداد زیادی از اعضای هیات علمی دانشکده‌هاست که در زمینه تحقیقات وسیع در خصوص رشته‌ها و طراحی برنامه‌های دروس مختلف با برنامه ریزان همکاری می‌کنند (Binesh, Bakhtiari, Navid Bakhsh, 2015) ارتقاء کیفیت عناصر برنامۀ درسی یکی از عوامل مؤثر در کارایی آموزش عالی است و اهداف آموزش عالی زمانی تحقق می‌یابد که برنامۀ درسی و ابعاد آن بر اساس نیازها، توان و رغبت دانشجویان تهیه و تدوین شود. برنامۀ درسی یک تعامل و گفتوگوی پیچییده است و برنامه ریزان درسی از طریق دستورالعمل‌های سازمان یافته، اهداف متمرکز و نتایج ایجاد شده تلاش می‌کنند تا همچنان به عنوان یک تعامل باقی بماند.(Zamanifar, Mohammadi, Sadeghi Mandi, 2017) اهداف اساسی برنامه‌های درسی دردانشگاه‌ها برمبنای توجه به اهداف و رسالت‌های کلی آموزش عالی شامل حیطه زیر می‌باشد: حیطه تخصصی، حیطه آموزش عمومی، حیطه پرورش وتوسعه دانش، حیطه پرورش مدرسان ومربیان. جهت دستیابی به اهداف فوق و هرگونه تصمیم گیری درحوزه برنامه‌های درسی بایدبراساس الگوی مناسب وجامع عمل کرد.الگوها، ساختار، اهداف، محتوا و فرایند تحصیلات دوره‌های آموزشی را به گونه ای تنظیم می‌کند که باعث پیشرفت در سطوح مختلف آموزشی شود(Khaghani Zadeh, Fathi Vajargah, 2008). به اعتقاد استارک و لاتوکا تغییر در برنامه درسی در کشورها و دانشگاه‌های پیشرفته جهان گسترده و مسئولانه است و این تغییر به نظام آموزش عالی کمک می‌کند که نیازهای موردنظر جامعه را درنظر بگیرند .با ورود فنّاوری اطلاعات و ارتباطات در عرصه جهان، فرآیند تعلیم و تربیت به صورت عام و حوزه برنامه ریزی درسی به طور خاص دچار تغییرات و دگرگونی‌هایی شده است لازم به ذکر است که تغییر برنامه درسی مفهوم بسیار کلی است که به هر تغییری در آموزش یا محیط آموزشی به وجود آید، اشاره می‌کند.(Kerami, Fatahi, 2013). در توسعه موثر یک برنامه درسی باید پاسخگویی به نیازهای جاری فرهنگ، جامعه و انتظارات جمعیت مورد خدمت مد نظر باشد. بنابراین با توجه به تغییر مستمر نیاز ها، توسعه برنامه درسی و روند اصلاحات و بازنگری آن باید امری مستمر قلمداد شود (Alsubaie, 2016). از سویی دیگر تغییر تکنولوژی و تغییر نسل در سال های اخیر، توسعه یادگیری در کنار مقبولیت سیستم آموزشی برای دانش جویان نسل جدید و ارضای خواسته های آن ها را به امری چالشی تبدیل کرده است.(Luís, 2023). گر دانشجویان امیدی به برآورده شدن خواسته‌های خود در رشته تحصیلی‌شان نداشته باشند، تمایل و انگیزۀ آنها برای

یادگیری و آموزش مؤثر لطمه دیده و بر مسئولیت پذیری و کارایی آینده آنها نیز مؤثر خواهد(Kalamkari et al, 2018). برنامه های درسی بدون در نظر گرفتن بازنگری مداوم و منظم، اثربخشی خود را از دست میدهند. برای جلوگیری از زوال برنامه، لازم است به طور مرتب مورد بازنگری قرار گیرد و عناصر تهدیدکننده بقای برنامه شناخته شود و از زوال زودرس آن جلوگیری گردد. تجدیدنظر در برنامه درسی به معنای دادن موقعیت یا جهت جدید به فلسفه آن از طریق اهداف آن، بررسی محتوای موجود، تجدیدنظر در روش‌های آن و بازنگری در مورد اثربخشی آن است. (Zafaripour et al, 2021) هیچ سبک تدریس یا شیوه آموزشی نیست که در هر زمان و در هر شرایطی به کار آید و انعطاف پذیری از نیاز های آموزشی رشته های مهندسی است به خصوص در دروس عملی که در آن ها دانشجویان درس را از طریق انجام دادن یاد میگیرند و ضمن گفتوگویی واقعی با استاد و سایر دانشجویان، ایده هایشان شکل می گیرد(Karimi et al, 2015) دروس آزمایشگاهی همواره بخشی جدایی ناپذیر از برنامه درسی بوده است که نشان می‌دهد مهندسی یک موضوع عملی است. جلسات آزمایشگاه از طریق آزمایش معمول ساده به منظور دستیابی به تجربه در مورد چگونگی رفتار مواد، به آزمون‌هایی که اعتبار و محدودیت‌های مفاهیم نظری را ثابت می‌کنند و در پروژه‌های تحقیقاتی که دانشجویان برنامه‌های آزمایشی آزمایشگاهی خود را برای تعیین دانش جدید طراحی می‌کنند، توسعه می‌یابد. (Fry , Ketteridge & Marshall, 2009) علیرغم اهمیت دروس آزمایشگاهی در آموزش مهندسی در ادبیات پژوهشی مرتبط، تحقیقاتی با هدف ارائه الگویی جامع برنامه درسی در این رشته‌ها بسیار محدود است. در ذیل تعدادی از پژوهش های پیشین انجام شده که با توجه به رویکرد تحقیقاتی طبقه شده اند، آمده است.

بسیاری از پژوهش‌های پیشین در حیطه‌ی پژوهش حاضر، عموما در بستر ابعاد عمومی برنامه درسی رشته های فنی و مهندسی انجام شده اند. این پژوهش‌ها با توجه به شایستگی ها و توانمندی های آکادمیک مورد نیاز دانشجویان مهندسی پایه ریزی شده اند. **ژانگ و همکاران(۲۰۲۳)** در پژوهشی به طراحی و اجرای یک برنامه درسی با نگرش به ارائه و ارزیابی بین رشته ای برای رشته مهندسی شیمی‌دانشگاه تایوان اقدام نمودند. **زید آبادی و باقری مجد[2](۲۰۲۲)** پژوهشی با هدف تحلیل کانونی پرورش مهارت‌های مبتنی بر توسعه پایدار بر شایستگی نوآوری دانشجویان مهندسی پژوهشی را انجام دادند. **تاجر و ولیدی[3](۲۰۱۸)** ضمن ارائه رویکردی به منظور بازنگری شیوه آموزش درس تاسیسات مکانیکی رشته معماری و پیشنهاد یک سیستم کمک آموزشی، مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده را با هدف دستیابی به

[1] Zhang et al
[2] Zeydabadi & bagherimajd
[3] Tajer & Validi

محتوا و شیوه کارآمد در آموزش درس تأسیسات مکانیکی ساختمان به دانشجویان دوره کارشناسی معماری پژوهشی را انجام دادند. **رور و همکاران (۲۰۱۷)** در پژوهش خود چارچوب پیشنهادی پنج مرحله ای شامل نقشه برنامه درسی، تعیین اهداف یادگیری، ایجاد یک برنامه عملی برای برنامه ارزیابی، اجرای طرح عملیات و ارزیابی عملکرد نهایی در برنامه آموزشی رشته مهندسی عمران در دانشگاه شربروک ارائه نمودند.**کرایگ، لرنر، پو[2](۲۰۰۸)**پژوهشی را با هدف بررسی رویکردی نوآورانه در برنامه درسی رشته‌های بیولوژی، هوانوردی و مهندسی پزشکی دانشگاه ام آی تی انجام دادند. بدین منظور پژوهشگران به انواع مشکلاتی که مهندسان باید حل کنند را مورد توجه قرار دارند. پژوهش هایی نیز با نگرش به ذینفعان آموزش عالی در جهت بازنگری برنامه های درسی مرتبط صورت گرفته است در این پژوهش ها به انتظارات ذینفعان از نظام آموزش مهندسی توجه شده است. **بامری و همکاران[3](۲۰۲۲)** به بررسی شایستگی‌ها و توانمندی‌های دانشجویان مهندسی و الزامات دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برای انطباق با صنعت پرداختند. **اوهلمن، کاستا، چارپنتر[4](۲۰۲۰)** در پژوهشی به ارائه پیشنهاداتی در زمینه آموزش در رشته مهندسی شیمی با هدف افزایش کیفیت آموزشی حول مفهوم طراحی مهندسی محصول ارائه دادند. این پژوهشگران محرک‌هایی مجزا در ابعاد افراد، فعالیت، صنعت و دانشگاه عنوان نمودند. **خبیری[5](۲۰۱۹)** به بررسی دیدگاه آینده شغلی و نقش آن در آموزش دروس مهارتی-آزمایشگاهی در دانشکده‌های مهندسی(آزمایشگاه روسازی عمران) پرداخت. **باقر زاده و همکاران[6](۲۰۱۷)** در پژوهشی به بازطراحی برنامه درسی برای رشته‌های مهندسی مبادرت نمودند. پژوهشگران ضمن ابن پژوهش به ارزشیابی تعاملی با مشارکت بازار و صنعت با حضور ارزیابان صنعتی در زمان ارزشیابی تاکید می‌کنند. **عبدالکریم[7](۲۰۱۶)** پژوهشی با عنوان آموزش کارآفرینی در برنامه درسی مهندسی به بیان برنامه تحصیلی مالزی ۲۰۱۵-۲۰۲۵ (آموزش عالی) صورت دادند. این پژوهش به بررسی و تجدید نظر در برنامه درسی لیسانس مهندسی عمران پرداخته است. گونه دیگر از پژوهش های صورت گرفته نیز به ارائه رویکردها و روش های نوین آموزشی در حیطه پژوهش پرداختند. **فورنوس و همکاران[8](۲۰۲۲)** با عنایت به لزوم رویکردهای یادگیری جدید در آموزش مهندسی شیمی‌به ویژه آنهایی که مهارت‌های حل

[1] Roure et al
[2] Craig, Lerner, Poe
[3] Bameri et al
[4] Uhlemman, Costa, Charpentier
[5] Khabiri
[6] Bagherzadeh et al
[7] Abdul Karim
[8] Fornós

مسئله فراگیران را تشویق می‌کنند برنامه درسی منطبق با گیمیفیکیشن و یادگیری در فرمت بازی برای دانشجویان این رشته ارائه دادند. **چودهیوری، الم و موستاری[1](۲۰۱۹)** پژوهشی را با هدف توسعه یک تکنیک ابتکاری شامل تدریس با فیلم و کلیپ، انجام آزمایش عملی، شبیه سازی رایانه ای و تجزیه و تحلیل یافته ها برای آموزش و یادگیری آزمایش آزمایشگاهی برای دوره‌های مهندسی صورت انجام دادند.. **ژیئو و همکاران[2](۲۰۱۸)** در پژوهشی با عنوان بررسی تطبیقی روش‌های سری و موازی: مدل آموزش آزمایشگاهی مجتمع برای دانشجویان مهندسی داروسازی براساس معیارهای اعتباربخشی برنامه‌های مهندسی در چین پرداختند. **لنسینگ و فریدهاف[3](۲۰۱۸)** پژوهشی را با عنوان طراحی یک برنامه درسی برای آزمایشگاه اینترنت اشیاء برای ارتقاء خلاقیت و ذهنیت سازنده در میان گروه‌های هدف، انجام دادند. پژوهشگران بیان داشتند سهم رو به رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش تولید منجر به الزامات جدیدی در شایستگی و تغییر پروفایل‌های شایستگی می‌شود. **کریپن و همکاران[4](۲۰۱۸)** پژوهشی با عنوان طراحی چالش به منظور بهبود آزمایشگاه شیمی عمومی برای مهندسان را ترتیب دادند. پژوهشگران چالش‌ها را بر اساس فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر مفاهیم و مهارت‌های شیمی در یک زمینه مهندسی به شکلی که دانشجو با فرآیند طراحی مهندسی مواجه شوند طرح ریزی نمودند.

جدول۱: مولفه های پژوهش‌های پیشین

حیطه پژوهش	پژوهشگر/پژوهشگران	سال	مولفه های اصلی
توانمندی و شایستگی های عمومی	Zhang et al	۲۰۲۳	دانش تئوری، توانایی عملی، نوآوری، کار گروهی با اهمیت، عادی سازی
	Zeydabadi & Bagherimajd	۲۰۲۲	شایستگی نوآوری دانشجویان، مهارت‌های کلیدی بین فردی، تفکر سیستمی، پیشبینی کننده، هنجاری و راهبردی
	Tajer & Validi	۲۰۱۸	یادگیری مبتنی بر انسان گرایی و ساختار گرایی، یادگیری فعال، نظریات روانشناسی یادگیری، یادگیری مبتنی بر واقعیت افزوده
	Roure et al	۲۰۱۷	نقشه برنامه درسی، تعیین اهداف یادگیری، ایجاد یک برنامه عملی برای برنامه ارزیابی، اجرای طرح عملیات و ارزیابی عملکرد نهایی
	Craig, Lerner, Poe	۲۰۰۸	اهداف نظری، اهداف عملی، ارتباطات حرفه ای، استدلال‌های بصری ماهرانه، شایستگی‌های حرفه ای، آموزش کار تیمی و همکاری موثر

[1] Chowdhury, Alam, Mustary
[2] Zhou et al
[3] Lensing , Friedhoff
[4] Crippen et al

حیطه پژوهش	پژوهشگر/پژوهشگران	سال	مولفه های اصلی
نگرش به ذینفعان	Bameri et al	۲۰۲۲	شایستگی‌ها و توانمندی‌های دانشجویان، شایستگی‌ها و الزامات دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی، شایستگی‌ها و توانمندی‌های محیطی، توسعه منابع انسانی
	Uhlemman, Costa, Charpentier	۲۰۲۰	آموزش بر پایه فرد، فعالیت، صنعت، دانشگاه، مباحث بازاریابی و توسعه محصولات، مهارت‌های چند زبانه بودن
	Khabiri	۲۰۱۹	انگیزش محوری، توانمدی‌های مرتبط با شغل، پروژه‌های عملی، دانش کار آفرینی، مخاطرات شغلی
	Bagherzadeh et al	۲۰۱۷	تربیت فناورانه، کشف و حل مسائل اجتماعی و صنعتی، ایجاد اشتغال و پویایی اقتصادی، یادگیری مادام العمر، ارتباط با صنعت، فن آفرینی، همبستگی محیط صنعتی- آموزشی- شخصی- اجتماعی-فناورانه
	Abdul Karim	۲۰۱۶	آموزش کارآفرینی، انگیزه، شخصیت، نیازها / علایق، استقلال، نگرش‌های، تأثیر والدین، اعتماد به نفس
روش های نوین	Fornós	۲۰۲۲	چالش های غیر متعارف، بازی سازی، یادگیری مشارکتی
	Chowdhury, Alam, Mustary	۲۰۱۹	آموزش کاربرپسند و جذاب، آموزش با ویدئو کلیپ، شبیه سازی / مدلسازی رایانه ای، ارزیابی مستمر
	Zhou et al	۲۰۱۸	ساختار دانش ترکیبی، اتصال طولی و عرضی با دروس مرتبط، ارتباط سری درون برنامه درسی
	Lensing , Friedhoff	۲۰۱۸	فناوری اطلاعات و ارتباطات، پروفایل‌های شایستگی، طراحی مهارت‌های گوناگون از سناریوهای یادگیری، ذهنیت سازنده، رقابت پذیری، سیستم شبکه ای آموزش
	Crippen et al	۲۰۱۸	کاربر محوری، طراحی چالشی، علاقه‌ی دانشجویان، خود یادگیری، خودکارآمدی، درک مهندسی

آموزش مهارتی، رکن اصلی در یادگیری دانشجویان به ویژه در رشته های فنی است. باوجود اهمیت فراوان مطالب تئوری و محاسباتی در رشته های مهندسی و فنی، فقدان و یا ضعف آموزش مهارتی، موجب کاهش کیفیت آموزش خواهد شد و دانش آموختگان این رشته ها دارای توانمندی های لازم برای ورود به بازار کار نخواهند بود.(Khaledian, 2020) اما با وجود این سطح از اهمیت متاسفانه توجه کافی به برنامه درسی دروس آزمایشگاهی صورت نگرفته است.

این خلا در پژوهش های صورت گرفته در سطح ملی و بین المللی مشهود است. عدم توجه به برنامه درسی دروس آزمایشگاهی در کشور حتی از حوزه پژوهشی نیز پا را فراتر گذاشته است و بررسی اسناد بالادستی آموزش عالی نشان دهنده عدم توجه به ویژگی ها و تمایزات این دروس با دروس تئوری می باشد. به عنوان مثال می توان به برنامه درسی آزمایشگاه مکانیک سیالات با کد ۱۲۵ در برنامه آموزشی مصوب وزارت علوم تحیقات و فناوری برای دوره کارشناسی رشته مهندسی شیمی اشاره نمود. در این سند رسمی هیچ تفاوتی بین این واحد آزمایشگاهی با دروس تئوری مشهود نیست. حتی روش های ارزیابی دانشجویان در این درس نیز مانند سایر دروس تئوری، میان ترم و پایان ترم قید شده است که حتی با اصول اولیه دروس عملی همخوانی ندارد. این پژوهش در تلاش است با توجه به رویکرد داده بنیاد و با بهره گیری از نظرات خبرگان الگوی برنامه درسی جامع دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی مهندسی را با نگرش به به ابعاد درونی و بیرونی ساختار آموزشی ارائه نماید. پژوهش حاضر با ارائه الگویی متناسب با دروس آزمایشگاهی تلاش دارد رهیافتی نو و بستری مطلوب در حیطه برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته های فنی و مهندسی ایجاد نماید.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی، از نظر داده کیفی، از نوع تحلیل محتوایی استقرایی و از نظر اجرای پژوهش داده بنیاد است. جامعه پژوهش صاحب نظران و خبرگان در زمینه آموزش دروس آزمایشگاهی رشته های فنی و مهندسی مشتمل بر اساتید با رتبه علمی استادیار و بالاتر با سابقه حداقل ۱۰ سال تدریس یا سرپرستی آزمایشگاه های آموزشی رشته های مذکور در دانشگاه های دولتی شهر تهران بودند.. روش نمونه گیری به روش هدفمند گلوله برفی صورت پذیرفت و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. همچنین اعتبارسنجی یافته‌های مصاحبه نیازمند به اعمال روش دلفی می‌باشد.

داده‌های پژوهش با مراجعه به ادبیات پژوهشی، سند کاوی و بر اساس مصاحبه با خبرگان به صورت تدریجی جمع آوری شد. بدین منظور ضمن انجام مطالعات کتابخانه‌ای مرتبط، برنامه درسی ۲۱۰ آزمایشگاه آموزشی رشته‌های مهندسی در دانشگاه‌های جهان مورد بررسی قرار گرفت و بیست و چهار آزمایشگاه با رویکرد متفاوت به برنامه درسی شامل آزمایشگاه‌ها ترمودینامیک دانشگاه کلگری[1] آزمایشگاه الکترونیک انستیتو تکنولوژی نیوجرسی[2] آزمایشگاه طراحی و توسعه محصول دانشگاه تگزاس ای اند ام[3] آزمایشگاه مهندسی شیمی دانشگاه وسترن[4] آزمایشگاه

[1] University of Calgary
[2] New Jersey Institute of Technology
[3] Texas A&M University
[4] University of Western

مهندسی محیط زیست دانشگاه یو ان ان سی[1] آزمایشگاه مکانیک سیالات دانشگاه کال استیت[2] آزمایشگاه اندازه گیری، کنترل و آنالیز داده‌ها ی مهندسی شیمی دانشگاه تگزارس[3] آزمایشگاه ماشین آلات دانشگاه دیلیمان[4] آزمایشگاه مبانی الکترونیک دانشگاه اونتاریو،[5] آزمایشگاه کامپوزیت دانشگاه مک مستر[6] آزمایشگاه مهندسی عمران دانشگاه نانیانگ[7] آزمایشگاه توسعه اسیکس دانشگاه کالیفرنیا[8] آزمایشگاه برق و مخابرات دانشگاه یو ان اس وی[9] آزمایشگاه مهندسی مکانیک دانشگاه فلوریدا آتلانتیک،[10]آزمایشگاه مهندسی خاک دانشگاه یو اس سی[11] آزمایشگاه مهندسی ژئوتکنیک دانشگاه ویکتوریا[12] آزمایشگاه مکانیک مهندسی روتگرز[13] آزمایشگاه مکانیک و ایرودینامیک دانشگاه کارلتون[14]آزمایشگاه مهندسی مکانیک انستیتو تکنولوژی روچستر[15] آزمایشگاه مهندسی هوا فضای دانشگاه هنگ کنگ[16] آزمایشگاه سیستم‌های دیجیتالی دانشگاه قبرس[17] آزمایشگاه مهندسی شیمی دانشگاه ادینبورو[18] آزمایشگاه مکانیک سیالات دانشگاه ییدیت تپه[19]و آزمایشگاه پروژه انستیتو تکنولوژی ماساچوست[20] انتخاب و سند کاوی شدند. در پژوهش حاضر مصاحبه نیمه ساختار یافته منطبق را فن دلفی کلاسیک در ۵ نوبت با مشارکت ۱۶ خبره آموزش آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی انجام شد. جهت تعیین روایی و اعتبار یافته‌ها از بارش مغزی در کنار فن دلفی استفاده

---

[1] University of North Carolina at Charlotte
[2] California State University, Fullerton
[3] University of Texas at Austin
[4] University of the Philippines Diliman
[5] Ontario Tech University
[6] McMaster University
[7] Nanyang Technological University
[8] University of California
[9] University of New South Wales
[10] Florida Atlantic University
[11] University of Southern California
[12] University of Victoria
[13] Rutgers University
[14] Carleton University
[15] Rochester Institute of Technology
[16] University of Hong Kong
[17] University of Cyprus
[18] University of Edinburgh
[19] Yeditepe Üniversitesi
[20] Massachusetts Institute of Technology(MIT)

شد. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بر پایه روش تحقیق داده بنیاد می‌باشد که در آن سه مرحله کد گذاری باز، کد گذاری محوری و کد گذاری انتخابی مورد توجه قرار گرفت.

در این پژوهش با توجه به نامشخص بودن زمینه ابتدا به جمع آوری داده‌های کیفی مبادرت شد. نتایج این مرحله امکان فرم دهی به مدل مناسب و مطلوب الگوی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی دانشگاه‌های صنعتی ایران را فراهم می‌سازد. بدین منظور دو مرحله کد گذاری باز و کد گذاری محوری مورد توجه قرار گرفت.

گام اول: کد گذاری باز

در این مرحله مفاهیم و نکات کلیدی در خصوص ادبیات پژوهش از مطالعه ادبیات نظری، پیشینه پژوهش، بررسی دانشگاه‌های بین المللی و مصاحبه فهرست شده است. مفاهیم استخراج شده پس از یکسان سازی و تحلیل در قالب ۲۶۰ گویه در یک چک لیست برای انجام مصاحبه تنظیم شد. با انجام مصاحبه گویه‌های بدست آمده حذف و اصلاح شدند. در طول کد گذاری باز داده‌ها به دقت مورد ارزیابی قرار گرفت. عبارات و مفاهیم مناسب هر مقوله مشخص شد. ابعاد و ویژگی‌ها تعیین شد و الگو مورد بررسی قرار گرفت. واحد اصلی برای تحلیل در کد گذاری باز و محوری مفاهیم بودند. هنگام تجزیه و تحلیل مفاهیم از طریق عنوان گذاری توسط محقق به طور مستقیم از رو نوشت مصاحبه شرکت کنندگان ایجاد شد. نسخه‌های پیاده شده برای مصاحبه‌ها برای یافتن گویه‌های اصلی به طور منظم مورد بررسی قرار گرفتند و مجموعا ۱۵۴ گویه بدست آمد. نتایج کد گذاری باز در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: نتایج کد گذاری باز پژوهش

ردیف	گویه‌ها(مفاهیم و نکات کلیدی)	منبع		ردیف	گویه‌ها (مفاهیم و نکات کلیدی)	منبع
۱	ساختار فرهنگی	(Bagherzadeh et al, 2017)		۷۸	ارائه پروژه	(Fry, Ketteridge, Marshall, 2009) (University of Cyprus, 2020) (Massachusetts Institute of Technology, 2020)
۲	تمایز ذهنی یادگیرنده	(Asefi,Salkhi,2017) (Craig, Lerner, Poe, 2008)		۷۹	تجزیه و تحلیل رایانه ای	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019)

						(Rochester Institute of Technology, 2020)
۳	عملکـرد خـلاق دانشجویان	(Asefi, Salkhi 2017) (University of Texas at Austin, 2020)		۸۰	گردش علمی	(University of Southern California, 2020
۴	ریسک پذیری	(Bakhtiarinejad, Sheykhan, 2016) (Abdul Karim, 2016)		۸۱	آمـــــــوزش مجازی	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (University of Southern California, 2020)
۵	علاقـــــــه ی دانشجویان	(Crippen et al , 2018)		۸۲	آموزش نظری	(Sundararajan, 2012)
۶	انگیزه	(Abdul Karim, 2016) (Khabiri, 2019)		۸۳	ابزارهـــــــا و روش‌ها	(Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019) (Chowdhury, Alam, Mustary, 2019)
۷	توانمـــدی‌های مرتبط با شغل	(Uhlemman, Costa, Charpentier, 2020) (Khabiri, 2019)		۸۴	گـزارش دهـی شـــــفاهی و کتبی	(Texas A&M University, 2020) (University of California, 2020) (University of Edinburgh, 2020)
۸	پویـــــــایی اقتصادی	(Bagherzadeh et al, 2017)		۸۵	کـــلاس حـــل تمـرین و رفـع اشکال	(University of Calgary, 2020) (Ontario Tech University, 2020) (McMaster University, 2020) (University of Victoria, 2020)

				(University of Hong Kong, 2020)		
۹	همبستگی با محیط صنعتی	Karsten, Friedhoff , 2018) (Bagherzadeh et al, 2017)		۸۶	طراحی آزمایشات	(Fry, Ketteridge, Marshall, 2009) (New Jersey Institute of Technology, 2020) (University of Hong Kong, 2020)
۱۰	روش طراحی نوین مهندسی	(Bakhtiarinejad, Sheykhan, 2016) (Uhlemman, Costa, Charpentier, 2020) (Crippen et al , 2018) (Carleton University, 2020)		۸۷	شایستگی‌های حرفه ای	(Craig et al, 2008)
۱۱	روش‌های اندازه گیری و جمع آوری داده‌ها	(Crippen et al , 2018) (Sundararajan , 2012) (University of Texas at Austin, 2020) (Carleton University, 2020) (University of Hong Kong, 2020)		۸۸	اهداف دانشجو	(Karsten et al, 2018) (Massachusetts Institute of Technology, 2020
۱۲	تکالیف انفرادی و گروهی	(Nili et al, 2016) (Abdul Karim, 2016) (California State		۸۹	اهداف برنامه یا کالج	(Zhou et al, 2018) (Karsten et al, 2018)

				University, Fullerton, 2020) (University of Texas at Austin, 2020) (Massachusetts Institute of Technology, 2020)		
۱۳	گزارش‌های آزمایشگاهی	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (Zhou et al, 2018)	۹۰		اهداف اجتماعی	(Bagherzadeh et al, 2017)
۱۴	قوانین و مقررات	(Amini, Rahimi, 2014) (Abdul Karim, 2016)	۹۱		ارتباط فکری با صنعت	(Bagherzadeh et al, 2017)
۱۵	تعاملات اساتید و دانشجویان	(Amini, Rahimi, 2014) (Asefi, Salkhi, 2017)	۹۲		ارتباط آموزشی با صنعت	(Bagherzadeh et al, 2017) (Bakhtiarinejad, Sheykhan, 2016)
۱۶	شیوه‌های ارزشیابی	(Zamanifar et al, 2017) (Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (Olsen et al, 2015) (Roure et al, 2017)	۹۳		ارتباط کاری با صنعت	(Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019) (Bagherzadeh et al, 2017)
۱۷	ارزیابی مستمر تئوری و عملی	(Zamanifar et al, 2017) (Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (University of the Philippines Diliman, 2020)	۹۴		ارزشیابی تعاملی با مشارکت بازار و صنعت	(Bagherzadeh et al, 2017)
۱۸	پروفایل شایستگی فردی	(Karsten et al, 2018)	۹۵		ارزیابی فردی	(Massachusetts Institute of Technology, 2020)

				(University of Cyprus, 2020)	دخیل بودن رویدادهای آزمایشگاه در ارزیابی	۱۹
(Abdul Karim, 2016) (Massachusetts Institute of Technology, 2020)	ارزیابی گروهی	۹۶		(University of Cyprus, 2020)	دخیل بودن رویدادهای آزمایشگاه در ارزیابی	۱۹
(Seyfee et al, 2013)	خود ارزیابی	۹۷		(Zamanifar et al, 2017) (Motahhari Nejad, 2015)	تناسب دروس نظری و عملی	۲۰
(Nanyang Technological University, 2020) (Massachusetts Institute of Technology, 2020)	ارزیابی وزنی	۹۸		(Borah, Malik, Massini, 2019) (Eydiani, 2020)	کاربردی و عملی بودن دروس	۲۱
(Gokmen et al, 2010)	ارزیابی عملکردی	۹۹		(Zhou et al, 2018)	اتصال طولی و عرضی با دروس مرتبط	۲۲
(Massachusetts Institute of Technology, 2020)	ارزیابی با نمره مثبت و منفی	۱۰۰		(Roure et al, 2017)	نقشه برنامه درسی	۲۳
(Zeybekoglu, Tabancali, 2009)	نگرش اصلاحی	۱۰۱		(Craig et al, 2008) (Karsten et al, 2018)	شایستگی‌های آموزشی	۲۴
(Hatami, et al, 2017)	روش‌های	۱۰۲		(Nili et al, 2016)	فنّاوری	۲۵

	آموزشی و استادان مجرب	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019)			ارزشیابی	
۲۶	یافته‌های جدید علمی در منابع آموزش	(Nili et al, 2016)		۱۰۳	ارزیابی عملکرد نهایی	(Roure et al, 2017)
۲۷	توالی دروس نظری با عملی	(Zhou et al, 2018) (Bussemaker, Trokanas, Cecelja, 2016)		۱۰۴	رویکردهای نوین ارزشیابی	(Nili et al, 2016)
۲۸	اصول کسب داده‌ها	(Zhou et al, 2018) (Crippen et al, 2018) (University of Hong Kong, 2020)		۱۰۵	ارزشیابی مداوم	(Hatami, et al, 2017)
۲۹	ماژول‌های آزمایشی مهندسی	(University of Hong Kong, 2020)		۱۰۶	ارزیابی رویکرد ذهنی	(Higgins et al, 2004) (Massachusetts Institute of Technology, 2020)
۳۰	توجه به دید نقادانه و پاسخگویی	(McMaster University, 2020)		۱۰۷	شاخص دهی به یادگیری دانشجویان	(Goldstein, 2004) (Rochester Institute of Technology, 2020)
۳۱	رویکرد تجربی	(Sundararajan, 2012) (Tajer, Validi, 2018) (Abdulwahed, Nagy, 2009)		۱۰۸	سازماندهی آموزش	(Roure et al, 2017)

۳۲	اهمیت واحدهای کارگاهی و عملی از نظر دانشجویان	(Zamanifar et al, 2017) (Zhou et al, 2018) (Olsen et al, 2018)		۱۰۹	آموزه‌های تجربی	(Abdulwahed, Nagy, 2009)
۳۳	درک مهندسی	(Crippen et al, 2018) (Karsten et al, 2018)		۱۱۰	ارزیابی کمی بر اساس المان‌های مشخص	(Olsen et al, 2018) (Rutgers University, 2020)
۳۴	استدلال‌های بصری ماهرانه	(Craig et al, 2008)		۱۱۱	شفافیت و آیتم بندی جزئی ارزیابی	(University of North Carolina at Charlotte, 2020)
۳۵	شناسایی و استفاده از ابزار برای آزمایش	(Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019) (Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (Carleton University, 2020)		۱۱۲	بازخورد و کنترل کننده‌های بازخوردی	(Nanyang Technological University, 2020) (University of Edinburgh, 2020) (Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (Sundararajan, 2012) (Grami, 2010)
۳۶	کار در تیم و برقراری ارتباط موثر با دیگران	(Craig et al, 2008)		۱۱۳	چک لیست فعالیت و ارزشیابی	(Jusuf, 2018) (Nanyang Technological University, 2020)
۳۷	یادگیری مبتنی بر انسان گرایی و ساختار گرایی	(Tajer, Validi, 2018)		۱۱۴	مهارت	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (University of the Philippines Diliman, 2020

۳۸	تعمیم اصول نظریه‌ها مفاهیم رشته ای و میان رشته ای	(Motahhari Nejad, 2015)		۱۱۵	سیستم ارزشیابی بر اساس امتیاز دهی متوازن	(Sillaots, 2014) (Texas A&M University, 2020)
۳۹	محصول محوری	(Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019) (Abdul Karim, 2016) (Texas A&M University, 2020)		۱۱۶	آزمون نهایی	(Williams, Wong, 2009) (University of Hong Kong, 2020) (Yeditepe Üniversitesi, 2020)
۴۰	آزمایشات ترکیبی	(Zhou et al, 2018) (University of Western, 2020) (University of Cyprus, 2020)		۱۱۷	اهداف تئوری	(Brown, 1992)
۴۱	آموزش ویدئویی در کنار آموزش تئوری و تجربی	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (McMaster University, 2020)		۱۱۸	اهداف عملی	(Low, Wilson, 2016) (Craig et al, 2008)
۴۲	آموزش سناریو محور	(Sundararajan, 2012) (Karsten et al, 2018)		۱۱۹	نظام ارائه	(Craig et al, 2008)
۴۳	آموزش کارآفرینی	(Abdul Karim, 2016) (Roure et al, 2017)		۱۲۰	کشف و حل مسائل اجتماعی و صنعتی	(Bagherzadeh et al, 2017)
۴۴	نگرش زیست محیطی	(Bussemaker, Trokanas, Cecelja, 2016) (Roure et al, 2017)		۱۲۱	آشنایی با استانداردها	(Bakhtiarinejad, Sheykhan, 2016)

۴۵	طراحی چالشی	(Crippen et al, 2018) (Sundararajan, 2012)		۱۲۲	سازگاری و تعدیل	(Karsten et al, 2018)
۴۶	کنترل هوشمند	(Shabani, Shafiee, 2003)		۱۲۳	کار تیمی و همکاری موثر	(Craig et al, 2008)
۴۷	کار تیمی	(Craig et al, 2008) (Carleton University, 2020)		۱۲۴	استفاده از دانش مهندسی برای تجزیه و تحلیل مشکلات	(Carleton University, 2020)
۴۸	مدیریت زمان	(Carleton University, 2020)		۱۲۵	ارزیابی آماری داده‌های تجربی و تجزیه و تحلیل عدم اطمینان	(University of Hong Kong, 2020)
۴۹	المان بندی محتوی آموزشی	(Massachusetts Institute of Technology, 2020)		۱۲۶	استفاده تکنیک‌های تحلیلی، سازماندهی و بهره وری از زمان	(Adams, Blair, 2019) (University of Victoria, 2020)
۵۰	راهنمای گام به گام روش تدریس	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (Rutgers University, 2020)		۱۲۷	توسعه ماژول‌های عملی	(Caprette et al, 2005) (Texas A&M University, 2020)
۵۱	آموزش موازی عملی و تئوری	(Eydiani, 2020) (Zhou et al, 2018) (Florida Atlantic University, 2020)		۱۲۸	علاقه مندی پژوهشی	(Gerald, 2021)

				(University of Victoria, 2020)		
۵۲	ارائـه گسـترده و مستمر	(Bussemaker, Trokanas, Cecelja, 2016) (University of Western, 2020)		۱۲۹	دانسـتن تعمیم‌هـا اصول نظریـه‌ها مفـاهیم رشـته ای و میـان رشته ای	(Motahhari Nejad, 2015)
۵۳	ارتباط سـریالی درون برنامـه درسی	(Zhou et al, 2018)		۱۳۰	تربیت فناورانه	(Bagherzadeh et al, 2017)
۵۴	امکـان انتخـاب روش انـدازه گیری یا شـبیه سازی	(Asefi, Salkhi, 2017) (Yeditepe Üniversitesi, 2020)		۱۳۱	توانـایی طـرح ریزی، مباحـث تحقیقـات بازاریـابی و توسـعه محصولات	(Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019)
۵۵	فیدبک	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) (University of Edinburgh, 2020) (University of Cyprus, 2020)		۱۳۲	توانایی‌هـای تحلیلـی و حـل مسئله	(Abdul Karim, 2016)
۵۶	تنـوع رئـوس مطالب	(Hatami, et al, 2017) (Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019) (Asefi, Salkhi, 2017) (Zamanifar et al, 2017) (Massachusetts Institute of		۱۳۳	توانـایی تصـمیم گیـری و برقـراری ارتباط	(Abdul Karim, 2016) (University of Edinburgh, 2020)

				Technology, 2020)		
۵۷	آموزش کاربرپسند و جذاب	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019)		۱۳۴	سناریوهای یادگیری	(Karsten et al, 2018)
۵۸	امکان اظهارنظر دانشجویان و مشارکت آفرینی	(Bagherzadeh et al, 2017) (Nili et al, 2016)		۱۳۵	یادگیری مادام العمر	(Bagherzadeh et al, 2017) (University of Western, 2020)
۵۹	احساس آزادی عمل و اختیار به دانشجویان	(Shabani, Shafiee, 2003)		۱۳۶	خود یادگیری	(Crippen et al, 2018)
۶۰	گستره ساعت ارائه	(University of North Carolina at Charlotte, 2020)		۱۳۷	توانایی خود اشتغالی	(Abdul Karim, 2016)
۶۱	کاربر محوری	(Crippen et al, 2018)		۱۳۸	خود کنترلی	(Honken, 2016) (University of Southern California, 2020)
۶۲	هدایت دانشجویان	(Asefi, Salkhi, 2017) (University of Southern California, 2020)		۱۳۹	خود آگاهی	(Gaunkar, 2018)
۶۳	جو رقابتی	(University of Hong Kong, 2020)		۱۴۰	اخلاق مهندسی	(Bakhtiarinejad, Sheykhan, 2016) (University of Edinburgh, 2020) (University of California, 2020)
۶۴	شفافیت روش	(Bagherzadeh et al,		۱۴۱	ارتباطات	(Craig et al, 2008)

	تدریس	2017) (Rutgers University, 2020)			حرفه ای	
۶۵	آموزش بر پایه حل مسئله	(Roure et al, 2017) (Bakhtiarinejad, Sheykhan, 2016) (Abdul Karim, 2016) (Florida Atlantic University, 2020		۱۴۲	کار گروهی	(Abdul Karim, 2016) (California State University, Fullerton, 2020)
۶۶	توجه به زمینه سازی ذهنی	(Karsten et al, 2018) (Florida Atlantic University, 2020)		۱۴۳	فرهنگ گروه، پویایی و رهبری	(Vasquez et al, 2020) (Baruah, Joshua. 2020 (Carleton University, 2020)
۶۷	آموزش خلاقانه	(Asefi, Salkhi, 2017) (University of Texas at Austin, 2020)		۱۴۴	رویکرد واگرا	(Dahm et al, 2007)
۶۸	آموزش چالشی	(Sundararajan, 2012)		۱۴۵	مدیریت تعارض	(Abdulwahed, Nagy, 2009)
۶۹	مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال	(Abdulwahed, Nagy, 2009)		۱۴۶	اعتماد به نفس	(Abdul Karim, 2016) (University of Victoria, 2020)
۷۰	ابتکار	(Zhou et al, 2018) (Abdul Karim, 2016) (Asefi, Salkhi, 2017)		۱۴۷	ایده پردازی	(Abdul Karim, 2016)

۷۱	طراحی مهارت‌های گوناگون از سناریوهای یادگیری	(Karsten et al, 2018)		۱۴۸	ایجاد عادت‌های فکری مناسب	(Motahhari Nejad, 2015)
۷۲	یادگیری مشارکتی	(Hatami, et al, 2017)		۱۴۹	توسعه فرهنگ کار در مقابل پشت میز نشینی	(Bagherzadeh et al, 2017)
۷۳	چشم اندازها و اهداف دانشجویان	(Low, Wilson, 2016) (Craig et al, 2008)		۱۵۰	توانایی تلفیق علوم	(NASEM, Rose, 2018)
۷۴	کلاس در منزل	(Asefi, Salkhi, 2017)		۱۵۱	توسعه محصول جدید	(Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019)
۷۵	فعالیت‌های یادگیری	(Borah, Malik, Massini, 2019)		۱۵۲	استانداردهای ارزیابی	(Nili et al, 2016)
۷۶	شفافیت شرح وظایف	(University of North Carolina at Charlotte, 2020)		۱۵۳	تفکر خلاقانه	(Daly, 2014) (University of Texas at Austin, 2020)
۷۷	سازماندهی آموزشی	(Chowdhury, Alam, Mustary, 2019)		۱۵۴	انعطاف‌پذیری در عمل	(Abdulwahed, Nagy, 2009)

گام دوم: کد گذاری محوری و انتخابی

در مرحله کد گذاری محوری موارد مستخرج از کد گذاری باز در قالب دسته بندی‌های بزرگ مفهومی طبقه بندی شدند. در این مرحله گویه‌ها در قالب ۲۶ شاخص و ۱۱ مولفه کلاسه بندی شدند.در این مرحله ارتباط میان مقوله‌ها و الگوی برخاسته از داده‌ها سازماندهی شد. در پژوهش پس از کد گذاری‌های باز و محوری و تدوین اولیه الگوی مفهومی تحقیق، به منظور نهایی سازی

این الگو پرسشنامه ای بر اساس طرح اولیه تنظیم و با توجه به فن دلفی کلاسیک برای خبرگان پژوهش به صورت آنلاین ارسال شد. خبرگان پژوهش اعضای هیات علمی دانشگاه‌های مادر شهر تهران انتخاب شدند که به مدت ۱۰ سال سابقه سرپرستی آزمایشگاه آموزشی در یکی از رشته‌های فنی مهندسی را بر عهده داشتند. بدین منظور ۱۶ نفر از اساتید پس از مذاکره و مکاتبات اولیه صورت گرفته موافقت خود را با شرکت در پژوهش اعلام داشتند. نتایج که شامل اصلاحات برنامه و پیشنهادات ارائه شده توسط خبرگان در مرحله اولیه بود جمع آوری شد. در این مرحله اصلاحات مورد نظر خبرگان در ساختار الگو اعمال و مجددا الگوی اصلاح شده در اختیار خبرگان قرار گرفت. پس از پنج دور تکرار روش با توجه به موافقت و تایید ۱۴ نفر از خبرگان شرکت کننده در پژوهش، مرحله دلفی پایان یافت. در این مرحله ۶۰ گویه و ۷ شاخص و ۱ مولفه از الگو حذف و یک مولفه در یک شاخص ادغام شد. لذا الگویی با ۸۴ گویه، ۲۱ شاخص و ۱۰ مولفه و ۵ بعد در پایان روش دلفی برای الگوی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی بدست آمد. با توجه به نظر ۱۶ نفر از خبرگان شاخص‌ها مولفه‌ها و ابعاد الگو در مرحله دلفی مورد تحلیل محتوایی قرار گرفت. نتایج ضریب نسبی روایی محتوی(CVR) در جدول ۲آمده است.

جدول ۲: ضریب نسبی روایی محتوی(CVR) ابعاد پژوهش

ابعاد	CVR	مولفه‌ها	CVR	شاخص‌ها	CVR
انتظارات دانشجویان	۰/۷۵	نیازهای دانش جویان	۰/۸۷	پروفایل شایستگی فردی	۰/۸۷
				چشم اندازها و اهداف دانشجویان	۰/۷۵
		پیش داوری از درس	۰/۷۵	فعالیت‌های یادگیری	۰/۷۵
				روش‌های ارزیابی	۰/۷۵
دانش و توانمندی پیش آزمایشگاهی	۰/۸۷	سطح دانش تئوری	۰/۸۷	سازماندهی آموزش	۰/۸۷
				آموزش نظری	۰/۸۷
		توانمندی‌های عملی	۰/۷۵	تجارب یادگیرنده	۰/۷۵
				مهارت	۰/۷۵
چرخه‌ی ارائه	۱	وضعیت مواجهه	۰/۸۷	نظام ارائه	۰/۸۷
				سازگاری و تعدیل	۰/۷۵
		روش‌های تدریس	۱	سناریوهای یادگیری	۰/۷۵
				روش‌ها	۱
				ابزارها	۱

ارزیابی	۱	استانداردهای ارزیابی	۰/۷۵	استخراج استانداردهای ارزیابی	۰/۷۵
				تبیین استانداردهای ارزیابی	۰/۷۵
		نظام ارزیابی	۱	انواع ارزشیابی	۰/۸۷
				برنامه عملی ارزشیابی	۱
مقاصد نهایی	۰/۸۷	توانمندسازی	۰/۸۷	مهارت‌های رشته ای و میان رشته ای	۰/۸۷
				یادگیری پایدار	۰/۷۵
		تغییر نگرش	۰/۷۵	خود کارامدی	۰/۷۵
				دست یافته‌های انسانی برنامه درسی	۰/۷۵

پس از اجرای فن دلفی ضمن هماهنگی ایجاد شده در جلسه ای ۲ ساعته با حضور ۵ نفر از خبرگان آخرین نتایج بدست آمده از مراحل پیشین پژوهش شامل مطالعات پیشینه پژوهش و مبانی نظری، مصاحبه با خبرگان، کد گذاری باز، محوری و انتخابی و فن دلفی مورد ارزیابی قرار گرفت. در ابتدای جلسه رویکرد و نگرش پژوهش و همچنین ابعاد و زوایای پژوهش به خبرگان به همراه الگو ارائه شد. نتایج جلسه بارش مغزی در الگو اعمال شد. و در پایان پژوهش الگوی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی در قالب ۸۴ گویه، ۲۱ شاخص، ۱۰ مولفه و ۵ بعد ارائه شد. الگوی مذکور در جدول شماره ۳ آمده است.

جدول ۳: الگوی پیشنهادی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی، استخراج شده از پژوهش

ابعاد	مولفه‌ها	شاخص‌ها	گویه‌ها
انتظارات دانشجویان	نیازهای دانش جویان	پروفایل شایستگی فردی	ساختار فرهنگی دانشجو
			تمایز ذهنی یادگیرنده
			خلاقیت دانشجو
			ریسک پذیری
			انگیزه دانشجو
		چشم اندازها و اهداف دانشجویان	توانمندی‌های مرتبط با شغل
			پویایی اقتصادی

ابعاد	مولفه‌ها	شاخص‌ها	گویه‌ها
			همبستگی با محیط صنعتی
	پیش داوری دانشجویان از درس	قضاوت از فعالیت‌های یادگیری	تکالیف انفرادی و گروهی
			گزارش‌های ازمایشگاهی
			قوانین و مقررات آموزشی
			تعاملات اساتید و دانشجویان
		قضاوت از روش‌های ارزیابی	ارزیابی مستمر
			فعالیت‌های ارزیابی
			دخیل بودن رویدادهای ازمایشگاه در ارزیابی
			شیوه‌های ارزشیابی
دانش پیش آزمایشگاهی	سطح دانش تئوری	سازماندهی آموزش	برنامه ریزی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت آموزشی
			نقشه برنامه درسی دانشگاه
			سازماندهی طولی و عرضی دروس
			توالی برنامه درسی
		آموزش نظری	فنّاوری اموزشی و استادان مجرب
			یافته‌های جدید علمی در منابع اموزش
			تناسب دروس نظری و عملی
			شایستگی‌های اموزشی دانشگاه
	تجارب یادگیرنده	آموزه‌های تجربی	برنامه آموزش ماژول‌های ازمایشی مهندسی قبل از آزمایشگاه

ابعاد	مولفه‌ها	شاخص‌ها	گویه‌ها
			توجه به دید نقادانه در سیستم آموزشی
			اهمیت واحدهای کارگاهی و عملی در سیستم آموزشی
			اصول کسب داده‌ها در نظام آموزش
		مهارت	درک مهندسی
			استدلال‌های بصری ماهرانه
			شناسایی و استفاده از ابزار
			کار در تیم و برقراری ارتباط موثر با دیگران
چرخه‌ی ارائه	وضعیت مواجهه	نظام ارائه	تعمیم اصول نظریه‌ها تحلیل کمی و کیفی مفاهیم رشته ای و میان رشته ای، حقایق و موضوع
			اموزش سناریو محور
			المان بندی محتوی اموزشی
			توجه به تفاوت‌های فردی و کار تیمی
		سازگاری و تعدیل	امکان ارائه فیدبک و مشارکت آفرینی
			تنوع رئوس مطالب
			اموزش کاربرپسند و جذاب
			احساس ازادی عمل و اختیار در دانشجویان
	روش‌های تدریس	سناریوهای یادگیری	مفهومسازی انتزاعی و ازمایشگری فعال
			اموزش بر پایه حل مسئله

ابعاد	مولفه‌ها	شاخص‌ها	گویه‌ها
			یادگیری مشارکتی
			اموزش خلاقانه
		روش‌ها	آموزش پروژه محور
			آموزش محصول محور
			بازخورد و کنترل کننده‌های بازخوردی
			آموزش چالشی و جو رقابتی
		ابزارها	دستگاه‌ها و تجهیزات
			طراحی آزمایشات
			گزارش دهی شفاهی و کتبی
			آموزش تکمیلی(گردش علمی، آموزش ویدئویی، آموزش مجازی، کلاس حل تمرین)
ارزیابی	استانداردهای ارزیابی	استخراج استانداردهای ارزیابی	اهداف اجتماعی
			اهداف برنامه یا کالج
			اهداف دانشجو
			شایستگی‌های حرفه ای
		تبیین استانداردهای ارزیابی	ارتباط فکری با صنعت و بازار
			ارتباط اموزشی با صنعت و بازار
			ارتباط کاری با صنعت و بازار
			ارزشیابی تعاملی با مشارکت بازار و صنعت
	نظام ارزشیابی	انواع ارزیابی	ارزیابی فردی

ابعاد	مولفه‌ها	شاخص‌ها	گویه‌ها
			ارزیابی گروهی
			خود ارزیابی
			ارزیابی جمعی
		برنامه عملی ارزیابی	شفافیت و ایتم بندی جزئی ارزیابی فردی، گروهی و جمعی
			براورد اعتبار یافته‌های تجربی و نتایج گزارش شده
			آزمون گیری و ارزشیابی مداوم
			ارزیابی عملکردی
مقاصد نهایی	توانمندسازی	مهارت‌های رشته ای و میان رشته ای	استفاده از دانش مهندسی برای تجزیه و تحلیل مشکلات بر اساس مشاهدات
			استفاده تکنیک‌های تحلیلی، و دانستن تعمیم‌ها اصول نظریه‌ها مفاهیم رشته ای و میان رشته ای
			توسعه ماژول‌های عملی
			توانایی تلفیق علوم
		یادگیری پایدار	توسعه علاقه مندی پژوهشی
			تربیت فناورانه
			انعطاف‌پذیری در عمل
			ایده پردازی
	تغییر نگرش	خود کارامدی	خود یادگیری
			خود کنترلی
			ایجاد عادتهای فکری مناسب

ابعاد	مولفه‌ها	شاخص‌ها	گویه‌ها
			توانایی خود اشتغالی
		دست یافته‌های انسانی برنامه درسی	اخلاق مهندسی
			ارتباطات حرفه ای
			فرهنگ گروه، پویایی، رهبری و مدیریت تعارض
			توسعه فرهنگ کار

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر تلاش شد به ارائه الگویی اثر بخش برای برنامه درسی دروس آزمایشگاهی اقدام شود. این پژوهش با عنایت به کد گذاری باز، کد گذاری محوری و کد گذاری انتخابی منطبق با روش پژوهش داده بنیاد و با کمک فن دلفی، منطبق با نظر ۱۶ نفر از خبرگان آموزش دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی صورت گرفت. الگوی احصا شده از این پژوهش، شامل ۵ بعد، انتظارات دانشجویان، دانش پیش آزمایشگاهی، چرخه‌ی ارائه، ارزیابی و مقاصد نهایی تبیین شد و در ادامه به صورت مجزا به بحث در خصوص ابعاد برنامه ارائه شده پرداخته می‌شود.

اولین گام تدوین برنامه‌ها، شناسایی انتظارات مخاطبان است. اولین بعد برنامه درسی ارائه شده نیز مبتنی بر این مهم است. از جمله انتظارات از برنامه درسی آموزش عالی می‌توان به انتظار دانشجویان قبل از ورود، در حین اجرا و بعد از اجرای برنامه اشاره کرد (Nikkhah, et al, 2011). بروز اختلاف بین انتظارات دانشجویان و دریافت‌های آن‌ها موجب دلسردی و عدم اطمینان از اهداف و خواسته‌هایشان می‌شود(Basow, Gaugler, 2017). بعد انتظارات دانشجویان با پژوهش‌های صورت گرفته توسط (Nikkhah, et al, 2011)، (Kalamkari, et al, 2018)، (Veraldo, 2018)، (Cox et al, 2012)، (Schuhmann et al, 2013)، (Soeiro et al, 2018)، (Nelson, Brennan, 2019)، (Morgan, Direito, 2016)، (Iacob et al, 2019) انطبق و همخوانی دارد. در زیر مولفه ی نیاز های دانشجویان (Lent, 2008) تاکید پژوهش حاضر بر روی عوامل درونی است اما پژوهش هایی مانند (Rossel et al, 2009)، (Jagger et al, 2013)، (Tom et al,2006) بر خلاف پژوهش حاضر، به عوامل فیزیکی و کیفیت خدمات را از عوامل اصلی انتظارات دانشجویان در این حیطه توجه داشتند. تفاوت یافته

ها ممکن است بجز تفاوت در حیطه فرهنگی پژوهش و رشته های مورد مطالعه ناشی از نگرش کمی به مقوله انتظارات دانشجویان در پژوهش های نامبرده باشد.

بعد دوم دانش پیش آزمایشگاهی است. دروس رشته‌های مهندسی به شدت بر مهارت‌های مسئله متکی است و توسعه این توانایی در هر درس متکی به توانمندی‌های دروس قبلی است. به نحوی که عملکرد مطلوب در دروس مرتبط پیش از هر درس نقشی تعیین کننده در موفقیت در گذراندن یک درس دارد (Simpson, Fernandez, 2015) اهمیت دانش و مهارت‌های بنیادی برای دانشجویان مهندسی در جهت کالیبراسیون درک خود از مطالب اساسی پس از ثبت نام در یک دوره از اهمیت ویژه ای برخوردار است.(Pegues, 2019) دانش جویان که با مهارت‌هایی ناشی از تلاش‌های آموزشی قبلی وارد برنامه‌های درسی مهندسی می‌شوند با پیشرفت مهم در دستیابی به اهداف برنامه، به تحصیل ادامه می‌دهد. (Meyer, Marx, 2014) دانش پیش نیاز به عنوان مهارت و اطلاعات لازم برای موفقیت در یک واحد آموزشی را می‌توان در داخل یا خارج از برنامه درسی کسب کرد (Vuong et al, 2011) این بعد با پژوهش‌های انجام شده توسط (Rojter, 2006)، (Cook et al, 2017) ، (Othman et al, 2012)، (Singamneni, 2021) ، (Nopiah et al, 2012)، (Vegessi, Shaw, 2019)، (Simpson, Fernandez, 2015) ، (Pegues, 2019)،(Meyer, Marx, 2014) ، (Vuong et al, 2011) انطباق و همخوانی دارد. بر خلاف پژوهش حاضر برخی از محققان از جمله (Eydiani, 2020) و (Zhou et al, 2018) بر روی کارایی آموزش موازی مفاهیم به دانشجویان تاکید داشتند. سطح جامعیت نگرش به برنامه درسی ممکن است بر روی تفاوت یافته ها تاثیر گذار بوده باشد. در پژوهش های متعارض پژوهش در آزمایشگاهی خاص انجام شده است که یک یا چند مفهوم مرتبط و نزدیک مورد ارزیابی قرار گرفتند اما پژوهش حاضر در تلاش است الگویی جامع با نگرشی بالادستی به برنامه درسی مرتبط با حیطه پژوهش ارائه دهد.

بعد سوم یا نحوۀ اجرای یک برنامه از موارد مهم در مقوله برنامه درسی است به نحوی که به نظر بعضی پژوهشگران این منظر از چگونگی تهیۀ برنامه پراهمیت تر است؛ زیرا تا وقتی که یک برنامه به اجرا درنیامده، مانند این است که وجود ندارد و دیگر اینکه بهترین برنامه آموزشیِ تهیه شده به علت اجرای ناقص، میتواند نتایج دلسرد کننده ای به دست دهد. این در حالی است که از یک برنامه درسی نارسا، در صورتیکه درست اجرا شود، میتوان نتایج رضایتبخشی را به دست آورد(Hosni, et al, 2017) اصطلاح اجرا را صرفاً به عنوان فرایندی برای به اجرا در آوردن یک برنامه، تصمیم، پیشنهاد، ایده یا سیاست تصور کرد. از این رو اجرای برنامه درسی شامل ارائه کمک سازماندهی شده به کارکنان (معلمان) است تا اطمینان حاصل شود که برنامه درسی در سطح کلاس ارائه شده است.(Bediako, Solomon, 2019) اجرا فرایندی برای به اجرا در آوردن یک برنامه است. این موضوع عنصری اساسی در موفقیت یا شکست برنامه است. فرایند

اجرا نیروی متحرک هر طرحی است که بدون آن یک برنامه تنها آرزو یا قصد خوب است(Edward, 2015) .این بعد با یافته پژوهش‌های، (Carless, 1998)، (Penuel et al, 2007) ، (Fishman, et al, 2013)، (Díaz-Posada, 2017)، (Perrin, Laurent, 2008)، (Motahhari Nejad, 2015)، (Roure et al, 2017)، (Edward, 2015)، ، (Pak et al, 2020)همسو است.

بعد چهارم ارزیابی است. ارزیابی بخش جدایی ناپذیر برنامه درسی مهندسی هستند. ارزیابی در زمینه آموزش عالی به قضاوت درباره عملکرد دانش آموزان با اعطای نمره به آنها در مورد کیفیت و میزان پیشرفت آنها و ارائه بازخورد کیفی اشاره دارد. این یک جزء اساسی از فرایند یاددهی-یادگیری است که از یک سو بر دانش‌جویان و از سوی دیگر بر معلمان دوره تأثیر می‌گذارد. (Villanueva et al, 2017) استانداردهای ارزشیابی دوره‌های آموزش عموی به طور فزاینده به عنوان استانداردهای یادگیری تعیین شده و اجرا می‌شود. هدف این استانداردها، مستندسازی و ترویج بهترین شیوه‌ها است. با وجودی که تلاش‌های صورت گرفته از جمله استانداردهای ارزشیابی آموزشی جی سی اس ای ای[1]و همچنین تلاش‌هایی در ایزو ۹۰۰۲[2]، می‌تواند برای سازماندهی فرایندهای ارزیابی، مفید باشد. اما در حال حاضر، هیچ استاندارد بین المللی جامع برای سنجش در آموزش عالی وجود ندارد (Kelly, 2020) از سویی تأکید فزاینده بر گسترش شایستگی‌های در آموزش مهندسی، نیاز به ایجاد روش‌های قوی برای اندازه گیری این شایستگی‌ها را برانگیخته است. با این حال، ارزیابی میزان تسلط دانش آموزان در شایستگی‌ها دشوار است، که تا حدی ناشی از عدم توافق عمومی‌در تعریف شایستگی‌ها بین جوامع مختلف آموزشی مهندسی، نهادهای دولتی و کارفرمایان است. علاوه بر این، ارزیابی شایستگی‌های به طور مستقل نیز دشوار است. چون آمیزه ای از شایستگی‌های گوناگون هستند. این مسائل مانع توسعه فرایند اندازه گیری شایستگی شده است(Cruz et al, 2019) در الگوی ارائه شده چه از لحاظ استانداردهای ارزیابی و چه از لحاظ منظر ذینفعان به مقوله ارزیابی پرداخته شده است. پژوهش حاضر با پژوهش‌های، (Bardet et al, 2008)، (Morales et al,2014)، (Linsey et al, 2016)، (Bertoni, 2020)، (Cruz et al, 2019)، (Kelly, 2020)، (Villanueva et al, 2017)، (Subheesh, 2018)، (Huang-Saad et al, 2020) ، (Mostafavi et al, 2021)، (Ye, Yunping, 2020)، (Jia et al, 2021) همسو است.

بعد پنجم برنامه به اهداف نهایی برنامه درسی معطوف است. امروزه محدودیت‌های بیشتر از فرصت‌ها برای دانش جویان برای به دست آوردن مهارت‌های اساسی لازم برای حرفه ای شدن و

[1] JCSEE
[2] Iso 9001

موفقیت بسیار نگران کننده است لذا پیشرفت آموزش مستلزم حرکتی فراتر از ابتکار عمل و خارج از نگرش تک بعدی به برنامه درسی مبتنی بر علم و ریاضیات است. این مستلزم آن است که کاربردهای مهندسی و فناوری در زمینه برنامه درسی و آموزشی به صورت بین رشته ای مورد توجه برنامه ریزان قرار گیرد. (Brand, 2020) چالش‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و پزشکی امروزه پیچیده شده اند. این چالش‌ها فراتر از تصویر سنتی وظایف و مسئولیت‌های مهندسان است.(Van den beemt, et al, 2020) همچنین دانشجویان مهندسی باید در طول تحصیلات خود، در مورد مسئولیت‌های اخلاقی مرتبط با حرفه انتخابی خود بیاموزند. آنها باید در مورد مسائل مهم فناوری و اجتماعی شامل موضوعاتی مانند انرژی، جنگ، محیط زیست و حریم خصوصی بیاموزند. راه‌های دستیابی به این امر شامل گنجاندن چنین ایده‌هایی در برنامه درسی مهندسی معمول و گفتگوهای گاه به گاه کلاسی و حتی دوره‌های ویژه‌ای که به این حوزه اختصاص دارد، می‌شود(Unger, 2005). پژوهش حاضر در این حیطه با پژوهش‌های صورت گرفته توسط، (Poel et al, 2001)، (Mitchell et al, 2019)، (Sufian Abdul Karim, 2016)، (James, 2019)، (Brand, 2020)، (Van den beemt, et al, 2020)، (Unger, 2005)، همسو است. اهداف نهایی در پژوهش های صورت گرفته توسط (Uhlemann, Costa, Charpentier, 2019)، (Chowdhury, Alam, Mustary, 2019) و (Zhou et al, 2018) با پژوهش حاضر از نظر وسعت دید در تعارض است. این تعارض ممکن است به دلیل برد متفاوت بررسی های صورت گرفته و تفاوت در وسعت نگرش به برنامه درسی به وجود آمده باشد.

کارکرد حرفه‌ی مهندسی دستکاری مواد، انرژی و اطلاعات است که از این طریق برای نوع بشر منفعت ایجاد می کند. برای انجام موفقیت آمیز این کار، مهندسان باید دانشی از طبیعت داشته باشند که فراتر از تئوری صرف است و این مهارتی است که به طور سنتی در آزمایشگاه های آموزشی به دست می آید. با این حال، آموزش آزمایشگاهی با مشکلاتی روبرو است. به طوری که حتی عدم اهداف یادگیری منسجم برای آزمایشگاه‌ها و عدم وجود دیدگاه منسجم به آموزش آزمایشگاهی به فقدان اثربخشی آزمایشگاه‌ها را و اختلال در آموزش عملی منجر شده است. لذا این پژوهش در راستای تبیین برنامه درسی منسجم در آموزش مهندسی با توجه به رویکرد جامع به گستره وسیعی از زمینه ها از اهداف کلان فرا دانشگاهی تا جزئیات خرد برنامه درسی پرداخته است. در پژوهش حاضر الگویی جامع و اثر بخش برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی دانشگاه‌های آموزش‌عالی ایران ارائه شده است. فعالیت های پژوهش مانند تمام روال جاری در امور مختلف زیستی انسان با محدودیت هایی روبرو است. در پژوهش حاضر تلاش شده است با پیش بینی و تلاش برای گذار از محدودیت های موجود، نتایجی معتبر ارائه شود. از اصلی ترین محدودیت های پژوهش می توان به تعداد کم خبرگان شرکت کننده در پژوهش اشاره نمود که این امر با توجه به شرایط احراز و تعداد معدود این

خبرگان از یک سو و از سویی دیگر پاسخ گو بودن و وفادار بودن خبرگان به روند پژوهش و عدم انفصال این بزرگواران از روند پژوهش به دلیل مشغله های گسترده‌ی این بزرگواران حادث شده است. از سویی دیگر ضعف موجود در ادبیات پژوهشی این حوزه و عدم توجه به رویکرد های پژوهشی در سیاست های آموزشی دانشگاه‌های و مراکز آموزش عالی در حیطه پژوهش، پژوهشگران را با محدودیت روبرو نمود. سازه ارائه شده در این پژوهش امکان کاربست روش هایی نوین در برنامه درسی رشته های فنی مهندسی را فراهم می آورد لذا پیاده سازی، ارائه و نظامند سازی مدل جامع اجرایی منطبق با الگوی برنامه درسی ارائه شده اولین گام اجرایی در خصوص کاربرد برنامه پیشنهادی توصیه می شود. از سویی گستره‌ی مدل ارائه شده امکان انجام طیف وسیعی از پژوهش هایی مکمل را فراهم می سازد. که در گام اول تبیین نظری ابعاد، مولفه ها و شاخص های مدل ارائه شده در رشته های مختلف علوم مهندسی توصیه می شود. از سویی با وجودی که الگوی پژوهش حاصل از بررسی کیفی با توجه به ساختار رشته های فنی و مهندسی حاصل شده است اما با توجه به اینکه دروس عملی در سایر شاخه های دانشی نیز دارای شباهت هایی با حوزه پژوهش دارد بررسی این رویکرد و ارزیابی الگوی ارائه شده در دروس عملی سایر رشته ها به پژوهشگران پیشنهاد می شود.

منابع

Abdul Karim, Mohd Sufian. (2016). Entrepreneurship Education in an Engineering Curriculum. Procedia Economics and Finance. 35. 379-387. 10.1016/S2212-5671(16)00047-2.

Abdulwahed, M. and Nagy, Z.K. (2009), Applying Kolb's Experiential Learning Cycle for Laboratory Education. Journal of Engineering Education, 98: 283-294. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2009.tb01025.x

Alsubaie, M. (2016). Curriculum Development: Teacher Involvement in Curriculum Development. Journal of Education and Practice. l7(9):106-107

Adams, R. V., & Blair, E. (2019). Impact of Time Management Behaviors on Undergraduate Engineering Students' Performance. SAGE Open, 9(1). https://doi.org/10.1177/2158244018824506

Amini, Mohammad. Rahimi, Hamid. (2014). A survey on the position of hidden dimension of curriculum in engineering education (case study, Engineering Faculty of Kashan University). Iranian Journal of Engineering Education, 15(60), 27-45. doi: 10.22047/ijee.2014.4594 [In Persioan]

Ann L. Brown (1992) Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings, Journal of the Learning Sciences, 2:2, 141-178, DOI: 10.1207/s15327809jls0202_2

Asefi, M. Salkhi s. (2017). A model to enhance creativity in education of design studios in the discipline of architectural engineering. Iranian jornal of Engineering Education. 19(73), 67-87. doi: 10.22047/ijee.2017.65797.1417 [In Persioan]

Bagherzadeh, Z. Keshtiaray, N. Assareh, A. (2017). Designing an Engineering Education Curriculum with an Emphasis on Technology Education. Journal of Higher Education Curriculum Studies.8(16)139 -162. [In Persioan]

Bakhtiarinejad, Firuzeh. Sheykhan, Nahid. (2016). Engineering Programs Revision for Technology Development. Rahyaft, 26(62), 1-33. [In Persioan]

Bameri, Mosayeb. Salimi, Ghasem. Marzooqi, Rahmatollah. Safavi, S. Aaliakbar. Mohammadi, Mahdi. (2022). Competencies and capabilities of engineering students and requirements of universities and higher education centers to adapt to Industry 4.0: A study based on the meta-synthesis. Iranian Journal of Engineering Education, (), -. doi: 10.22047/ijee.2022.352365.1930 [In Persioan]

Bardet, Jean-Pierre & Ragusa, Gisele & Meyer, Fred. (2008). Performance Assessment For Civil Engineering Curriculum.Annual Conference & Exposition.13.975.1-13.975.9. DOI:10.18260/1-2--3775.

Baruah, Bidyut & Daley, Joshua. (2020). Leadership skills development among engineering students in Higher Education – an analysis of the Russell Group Universities in the UK. European Journal of Engineering Education. 46. 10.1080/03043797.2020.1832049.

Basow, Susan & Gaugler, Trent. (2017). Predicting adjustment of U.S. college students studying abroad: Beyond the multicultural personality. International Journal of Intercultural Relations. 56. 39-51. 10.1016/j.ijintrel.2016.12.001.

Basu AC, Hill AS, Isaacs AK, Mondoux MA, Mruczek REB, Narita T. Integrative STEM education for undergraduate neuroscience: Design and implementation. Neurosci Lett. 2021 Feb 16;746:135660. doi: 10.1016/j.neulet.2021.135660.

Bediako, Solomon .(2019) Models and concepts of curriculum implementation, some definitions and influence of implementation. 10.13140/RG.2.2.17850.24009

Beemt, A., MacLeod, M., van der Veen, J., Van de Ven, A., van Baalen, S., Klaassen, R., & Boon, M. (2020). Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support. *Journal of engineering education*, *109*(3), 508-555. https://doi.org/10.1002/jee.20347

Bertoni, Alessandro. (2020). Introducing value driven design in engineering education: teaching the use of value models in preliminary design. International Journal of Technology and Design Education 30(4).531–552. DOI:10.1007/s10798-019-09511-x

Binesh, Morteza. Bakhtiari Findri, Mansoura. Navid Bakhsh, Sima. (2015). Examining university curriculum, decision makers and factors affecting it. Management and accounting studies. 2(3).157-164. [In Persioan]

Borah, Dhruba & Malik, Khaleel & Massini, Silvia, 2019. "Are engineering graduates ready for R&D jobs in emerging countries? Teaching-focused industry-academia collaboration strategies," Research Policy, Elsevier, vol. 48(9), pages 1-1.

Borah, Dhruba & Malik, Khaleel & Massini, Silvia. (2019). Are engineering graduates ready for R&D jobs in emerging countries? Teaching-focused industry-academia collaboration strategies. Research Policy. 48. 10.1016/j.respol.2019.103837.

Brand, B.R. (2020) Integrating science and engineering practices: outcomes from a collaborative professional development. IJ STEM Ed.7(13).doi:10.1186/s40594-020-00210-x

Brand, Brenda. (2020). Integrating science and engineering practices: outcomes from a collaborative professional development. International Journal of STEM Education. 7(1). DOI:10.1186/s40594-020-00210-x

Brinkworth, Russell & Mccann, Ben & Matthews, Carol & Nordström, Karin. (2009). First year expectations and experiences: Student and teacher perspectives. Higher Education. DOI:58. 157-173. 10.1007/s10734-008-9188-3

Bussemaker, Madeleine & Trokanas, Nikos & Cecelja, F.. (2016). An Ontological Approach to Chemical Engineering Curriculum Development.

10.1016/B978-0-444-63428-3.50393-3.

Caprette, David & Armstrong, Sarah & Beason, K. (2005). Modular laboratory courses: An alternative to a traditional laboratory program. Biochemistry and molecular biology education : a bimonthly publication of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology. 33. 351-5. 10.1002/bmb.2005.49403305351.

Carless, D. R. (1998). A case study of curriculum implementation in Hong Kong.system.26(3). 263-274 https://doi.org/10.1016/S0346-251X(98)00023-2

Carreño-Morales, Rafael-María & Comesaña-Campos, Alberto & Bouza-Rodríguez, José. (2014). A proposal for the learning evaluation in a new engineering curriculum within a military context. Revista Educación en Ingeniería. 9(18).130-143 doi.org/10.26507/rei.v9n18.425

Chowdhury, Harun & Alam, Firoz & Mustary, Israt. (2019). Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. Energy Procedia. Doi:160. 806-811. 10.1016/j.egypro.2019.02.154.

Cook, Emily & Crossin, Enda & Chandrasekaran, Siva & Mann, Llewllyn. (2017). The fundamentals are important… but what are they?.Conference: Proceedings of the 28th Annual Conference of the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2017)At: Sydney

Cox, Monica & Çekiç, Osman & Ahn, Benjamin & Zhu, Jiabin. (2012). Engineering Professionals' Expectations of Undergraduate Engineering Students. Leadership and Management in Engineering. 12. 60-70. 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000173.

Craig, Jennifer & Lerner, Neal & Poe, Mya. (2008). Innovation Across the Curriculum: Three Case Studies in Teaching Science and Engineering Communication. Professional Communication, IEEE Transactions on. 51. 280 - 301. 10.1109/TPC.2008.2001253.

Crippen, Kent & Imperial, Lorelie & Wu, Chang-Yu & Korolev, Maria & Brucat, Philip & Payne, Corey. (2018). Board 160: General Chemistry Laboratory as Situated Engineering Design. 10.18260/1-2--29965.

Dahm, K., Riddell, W., Harvey, R., Von Lockette, P., Constans, E., & Courtney, J. (2007). AC 2007-945: The converging-diverging approach to design in the sophomore engineering clinic. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

Daly, Shanna & Mosyjowski, Erika & Seifert, Colleen. (2014). Teaching Creativity in Engineering Courses. Journal of Engineering Education. 103. 10.1002/jee.20048.

Díaz-Posada, L., Varela-Londoño, S., & Rodríguez-Burgos, L.P. (2017). Multiple Intelligences and Curriculum Implementation: Progress, Trends and Opportunities. Revista De Psicodidactica, 22, 69-83.

DOI:10.1387/REVPSICODIDACT.15614

Edward,ogar. (2015). Teachers Perceived Problems of Curriculum Implementation in Tertiary Institutions in Cross River State of Nigeria. Journal of Education and Practice, 6, 145-151.

Eydiani, Mostafa. (2020). Simultaneous teaching of theoretical course and scientific laboratory in electrical engineering. 9th National Electricity Conference. 25-33[In Persioan]

Fathi Vajargah, Kourosh.(2013).A Practical Guide to Curriculum Change in Higher Education. Mehraban Publication. [In Persioan]

Fishman, B., Konstantopoulos, S., Kubitskey, B. W., Vath, R., Park, G., Johnson, H., & Edelson, D. C. (2013). Comparing the Impact of Online and Face-to-Face Professional Development in the Context of Curriculum Implementation. Journal of Teacher Education, 64(5), 426–438. https://doi.org/10.1177/0022487113494413

Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. (2009). A Handbook for Learning and Teaching in Higher Education: Enhancing Academic Practice (3rd ed.). London: Routledge.

Gerald Rau,Development of component analysis to support a research-based curriculum for writing engineering research articles,English for Specific Purposes,Volume 62,2021,Pages 46-57,https://doi.org/10.1016/j.esp.2020.12.001.

Gokmen, Gokhan & Akinci, T. Cetin & Tektas, Mehmet & Onat, Nevzat & Kocyigit, Gokhan & Tektas, Necla. (2010). Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy logic. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2. 902-909. 10.1016/j.sbspro.2010.03.124.

Goldstein, A. (2004). An exploratory study of faculty and student affairs perceptions of undergraduate learning goals at small liberal arts and large research institutions. Doctor of Philosophy (PHD), University of Georgia.

Grami, G.M. (2010). The Effects of Integrating Peer Feedback into University-Level ESL Writing Curriculum: A Comparative Study in a Saudi Context. Doctor of Philosophy (PHD).School of Education,Newcastle University.

hatami, J., shahmouhammadi, M., choopankare, V., & yadgar, M. (2017). Industrial design curriculum requirements in Iran. *Journal of Visual and Applied Arts*, *9*(18), 121-135. doi: 10.30480/vaa.2017.408 [In Persioan]

Higgins, Steven & Baumfield, Vivienne & Lin, Mei & D, Moseley, & M, Butterworth, & G, Downey, & Gregson, Maggie & Oberski, Iddo & M, Rockett, & D, Thacker,. (2004). Thinking skills approaches to effective teaching and learning: What is the evidence for impact on learners?.

Honken, Nora & Ralston, Patricia & Tretter, Thomas. (2016). Self-Control And Academic Performance In Engineering. American Journal of Engineering Education (AJEE). 7. 47. 10.19030/ajee.v7i2.9831.

Hosni, Shahrbanohosseinikhah, Aligramipour, Massoudhaji Hosseinnejad, Gholamreza. (2017). A phenomenological reflection on the components of curriculum leadership in primary schools: the view of principals. School Management. 6 (1). 283-305 [In Persioan]

Huang-Saad, Aileen & Bodnar, Cheryl & Carberry, Adam. (2020). Examining Current Practice in Engineering Entrepreneurship Education. Entrepreneurship Education and Pedagogy. 3(1).4-13.DOI: 10.1177/2515127419890828

Iacob, Claudia & Faily, Shamal. (2019). Exploring the Gap between the Student Expectations and the Reality of Teamwork in Undergraduate Software Engineering Group Projects. Journal of Systems and Software. 10.1016/j.jss.2019.110393.

James J. Sharp (1991) Methodologies for problem solving: An engineering approach, The Vocational Aspect of Education, 42:114, 147-157, DOI: 10.1080/10408347308003631

James Trevelyan (2019) Transitioning to engineering practice, European Journal of Engineering Education, 44(6). 821-837, DOI: 10.1080/03043797.2019.1681631

Ji Zhou, Kai Wang, Xiulan Zhang, Cunwen Wang,The comparison between series and parallel: Integrated experimental teaching model for pharmaceutical engineering students based on criteria for accrediting engineering programs in China,Journal of Cleaner Production,Volume 172,2018,Pages 4421-4434,doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.039.

Jia Y, Zhou B, Zheng X. A. (2021). Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. Front Psychol.8.12-22.doi: 10.3389/fpsyg.2021.725525

Johnson, Sandra & Ramadas, Geetha. (2020). Disruptions in the Process of Engineering Education - A Curriculum Design Perspective. Procedia Computer Science. 172. 277-282. DOI:10.1016/j.procs.2020.05.044

Julie Linsey, Maria Yang, and Yukari Nagai.(2016). Consistently Evaluating Sketching Ability in Engineering Curriculum.Proceedings of The Fourth International Conference on Design Creativity,Georgia Institute of Technology, Atlanta,USA.

Jusuf, Harni. (2018). THE MODELS OF CHECKLIST METHOD IN EVALUATING ELT TEXTBOOKS. Al-Lisan. 3. 17-35. doi:10.30603/al.v3i2.422.

Kalamkari, Mohan, Noorian, Mohammad, Masoudi Nadoshan, Ismet, and Nowrozi, Dariush. (2018). Validation of the components of doctoral students' expectations of higher education. Education and Learning Studies (Shiraz University Social and Human Sciences), 11(2), 21-49. Doi:10.22099/JSLI.2020.34316.2928 [In Persioan]

Karimi, M., Jafarinia, G., & Amani, M. (2015). Evaluating the relationship between faculties' flexibility and students' active learning.

Iranian Journal of Engineering Education, *16*(64), 39-57. doi: 10.22047/ijee.2015.7952

Karsten Lensing, Joachim Friedhoff,Designing a curriculum for the Internet-of-Things-Laboratory to foster creativity and a maker mindset within varying target groups,Procedia Manufacturing,Volume 23,2018,Pages 231-236,doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.022.

Kelly, William E.(2020) Evolution of Engineering Assessment.American Society for Engineering Education.Washington, DC

Kerami, Morteza. Fatahi, Hoda. (2013). Curriculum change: (a case study of the curriculum of the master's course in curriculum planning). Bi-Quarterly Journal of Higher Education Curriculum Studies. 7(4), 110-136 [In Persioan]

Khabiri, Mohammadmehdi. (2019). Examining the perspective of the future career and its role in the teaching of skill-laboratory courses in engineering colleges (Civil Engineering Pavement Laboratory). Iranian Engineering Education Quarterly, 21(84), 69-84. doi: 10.22047/ijee.2019.195441.1662 [In Persioan]

Khaghani Zadeh Morteza, Fathi Vajargah, Koresh. (2008). University curriculum templates. Bimonthly Scientific-Research Education Strategies in Medical Sciences.2, 10-18 [In Persioan]

Leandro Cruz, Mariana & Saunders-Smits, Gillian & Groen, Pim. (2019). Evaluation of competency methods in engineering education: a systematic review E. European Journal of Engineering Education. 45. 10.1080/03043797.2019.1671810.

Khaledian A. Increasing the effectiveness of higher skills training by providing new methods of teaching laboratory and workshop courses - Case study of electrical engineering. ihej 2020; 12 (3) :174-199. DOR:20.1001.1.20088000.1399.12.3.1.2[In Persian]

Lent, R. W. (2008). Longitudinal relations of self-efficacy to outcome expectations, interests, and major choice goals in engineering students. *Journal of vocational behavior, 73*(2),.

Low, David & Wilson, Kate. (2016). SCAFFOLDING LABORATORY SKILLS. Conference on Science and Mathematics EducationAt: The University of Queensland, Brisbane, Australia

Luís Fernando Mercier Franco, Aline Carvalho da Costa, Ambrósio Florêncio de Almeida Neto, Ângela Maria Moraes, Elias Basile Tambourgi, Everson Alves Miranda, Guilherme José de Castilho, Gustavo Doubek, José Vicente Hallak Dangelo, Leonardo Vasconcelos Fregolente, Liliane Maria Ferrareso Lona, Lucimara Gaziola de La Torre, Luz Adriana Alvarez, Mariana Conceição da Costa, Patricia Fazzio Martins Martinez, Roberta Ceriani, Roger Josef Zemp, Roniérik Pioli Vieira, Rubens Maciel Filho, Sávio Souza Venâncio Vianna, Sonia Maria Alves Bueno, Melissa Gurgel Adeodato Vieira, Raphael Soeiro Suppino(2023),A competency-based

chemical engineering curriculum at the University of Campinas in Brazil,Education for Chemical Engineers, 44 .doi:10.1016/j.ece.2023.04.001.

Mälkki, Helena & Paatero, Jukka. (2014). Curriculum planning in energy engineering education. Journal of Cleaner Production. 106. 10.1016/j.jclepro.2014.08.109.

Meyer, M., & Marx, S. (2014). Engineering dropouts: A qualitative examination of why undergraduates leave engineering. Journal of Engineering Education, 103(4), 525-548.

Ministry of Scince, Research and Technology.(2012). Chemical engineering curriculum. Tehran.Iran.[In Persian]

Mitchell, John & Nyamapfene, Abel & Roach, Kate & Tilley, Emanuela. (2019). Philosophies and pedagogies that shape an integrated engineering programme. Higher Education Pedagogies. 4(1). 180-196. Doi:10.1080/23752696.2018.1507624.

Morgan, Michelle & Direito, Inês. (2016). Entry to Study Expectations of Science, Technology, Engineering and Mathematics Postgraduate Taught Students. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 228. 561-566. 10.1016/j.sbspro.2016.07.086.

Mostafavi, S., Mohseni, A. & Abbasian, GR. The pedagogical efficacy of ESP courses for Iranian students of engineering from students' and instructors' perspectives. Asian. J. Second. Foreign. Lang. Educ. **6,** 6 (2021). https://doi.org/10.1186/s40862-021-00109-2

Motahhari Nejad, Hossein. (2015). Integrated curriculum as the today need of engineering education (Creating the KNOW/DO/BE bridge). Iranian Journal of Engineering Education, 17(66), 17-38. doi: 10.22047/ijee.2015.8008 [In Persioan]

NASEM & Rose, Suzanna. (2018). The Integration of the Humanities and Arts with Sciences, Engineering, and Medicine in Higher Education: Branches from the Same Tree. 10.17226/24988.

Nelson, Nancy & Brennan, Robert. (2019). Diversity in engineering students: do they have different expectations of their learning experience?. Procedia Manufacturing. 38. 671-679. 10.1016/j.promfg.2020.01.086.

Nikkhah, Mohammad, Sharif, Mostafa, Nasr, Ahmadreza, & Talebi, Hoshang. (1390). The feasibility of using higher education evaluation indicators in the field of graduate education curriculum evaluation, based on the SIP model. Management and planning in educational systems. 4(2). 100-132. [In Persioan]

Nili,Mohammadreza. Moghtadaei, Leila. Nazari, Hossein. Mosavai, Setareh. (2016). Attitudes Survey Engineering graduates Inserts in the quality of teaching at the university. Iranian Journal of Engineering Education, 18(69), 55-76. doi: 10.22047/ijee.2016.14779 [In Persioan]

Nopiah, Zulkifli & Rosli, Nur Suaidah & Baharin, Mohd Nizam & Othman, Haliza & Ismail, Arzilah. (2012). Evaluation of Pre-assessment

Method on Improving Students Performance in Complex Analysis Course. Asian Social Science. 8. 10.5539/ass.v8n16p134.

Othman, H. , Asshaari, I. , Tawil, N. , Ismail, N. , Nopiah, Z. , & Zaharim, A. (2012). Analysis on Mathematics Fundamental Knowledge for Mathematics Engineering Courses based on a Comparative Study of Students' Entry Performance. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 60. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.392

Pak, Katie & Polikoff, Morgan & Desimone, Laura & García, Erica. (2020). The Adaptive Challenges of Curriculum Implementation: Insights for Educational Leaders Driving Standards-Based Reform. AERA Open. 60(2).1-15. DOI:10.1177/2332858420932828

Pegues, Kathryn.(2019).Importance of Foundational Knowledge and Role of Instructors in Academic Calibration.partial fulfillment of the Master Teacher Program, a 2-year faculty professional development program conducted by the Center for Faculty Excellence, United States Military Academy, West Point, NY

Penuel, W.R., Fishman, B.J., Yamaguchi, R., & Gallagher, L.P. (2007). What Makes Professional Development Effective? Strategies That Foster Curriculum Implementation. American Educational Research Journal, 44, 921 - 958.

Perrin, Laurent & Laurent, André. (2008). Current situation and future implementation of safety curricula for chemical engineering education in France. Education for Chemical Engineers. 3. 10.1016/j.ece.2008.08.001.

Poel, Ibo & Zandvoort, Henk & Brumsen, M. (2001). Ethics and Engineering Courses at Delft University of Technology: Contents, Educational Setup and Experiences. Science and engineering ethics. 7(2). 267-82. DOI:10.1007/s11948-001-0048-0.

Prabhu Gaunkar, Neelam & Phd, Mani. (2018). Developing Self-awareness in Learning Practices: Designing and Implementing a Survival Tool for Freshmen in Engineering. 10.18260/1-2--30312.

Rojter, Josef. (2006). Fundamental Sciences In Engineering Curriculum: The Case Of Chemistry. 11.658.1-11.658.9. 10.18260/1-2--464.

Roure, Bastien & Anand, Chirjiv & Bisaillon, Véronique & Amor, Ben. (2017). Systematic curriculum integration of sustainable development using life cycle approaches: The case of the Civil Engineering Department at the Université de Sherbrooke. International Journal of Sustainability in Higher Education. 19. 10.1108/IJSHE-07-2017-0111.

Salehi Omran, Ebrahim. Einkhah, Farnaz. (2021). DESIGNING A COMPETENCY DEVELOPMENT MODEL FOR CIVIL ENGINEERING BASED ON THE NEEDS OF THE LABOR MARKET. Iranian Journal of Engineering Education, 23(89), 19-41. doi: 10.22047/ijee.2021.254958.1791 [In Persioan]

Schuhmann, Richard & Hochstedt, Kirsten & Erdman, A.M.. (2013). Learning Expectations and Outcomes for an Engineering Leadership Principles Class. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. 10.18260/1-2--19865.

Seyfee, Gholmali. Sepandaar, Mohadeseh. Ameenkhandaghee, Maghsoud. (2013). The effects of students\' continuous self-evaluation on their self-efficacy in research and academic achievement: an over-looked element in curriculum planning. The Journal of New Thoughts on Education, 9(1), 51-76. doi: 10.22051/jontoe.2013.334 [In Persioan]

Shabani, Freydun. Shafiee, Mohammadhossein. (2003). Engineering. Iranian Journal of Engineering Education, 4(16), 89-101. doi: 10.22047/ijee.2003.2092 [In Persioan]

Sillaots, Martin. (2014). Gamification of Higher Education by the Example of Course of Research Methods.Lecture Notes in Computer Science.Ronan Nugent.india Doi:10.1007/978-3-319-09635-3_11.

Sílvia Fornós, Chioma Udeozor, Jarka Glassey, Daniel Cermak-Sassenrath,The CHEM Jam - how to integrate a game creation event in curriculum-based engineering education,Education for Chemical Engineers,Volume 40,2022,Pages 8-16,https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.04.001.

Simpson, Jane & Fernandez, Eugenia. (2015). Student performance in first year, mathematics, and physics courses: Implications for success in the study of electrical and computer engineering. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE. 2015. 10.1109/FIE.2014.7044368.

Singamneni, S. (2021). The Role of Applied Mechanics in Bridging the Gaps in Prior Learning for Aspirants of Engineering Education. Education Sciences.11(10).626-635. DOI:10.3390/educsci11100626

Soeiro, A.; Nørgaard, B.; Schrey-Niemenmaa, K.; Sjoer, E.; Kalman, A.; Jones, M. Engineering Students' Expectations about Skills and Competences for Jobs versus What Is Expected by Companies and Organizations. What Is the Need for Continuing Education after Graduation (an European Overview)? In Proceedings of the 16th World Conference on Continuing Engineering Education, Monterrey, Mexico, 22–25 May 2018

Stig I. Olsen, Peter Fantke, Alexis Laurent, Morten Birkved, Niki Bey, Michael Z. Hauschild,Sustainability and LCA in Engineering Education – A Course Curriculum, Procedia CIRP, Volume 69,2018,Pages 627-632, doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.114.

Subheesh, N P & Sethy, Satya. (2018). Assessment and Evaluation Practices in Engineering Education: A Global Perspective.3rd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE).200-205.DOI:10.1109/CISPEE.2018.8593451

Sufian Abdul Karim,M.(2016).Entrepreneurship Education in an Engineering Curriculum.Procedia Economics and Finance 35.379 – 387. Doi:10.1016/S2212-5671(16)00047-2

Sundararajan, Sriram & Faidley, L.E. & Meyer, T.R.. (2012). Developing inquiry-based laboratory exercises for a mechanical engineering curriculum. Paper presented at 2012 ASEE Annual Conference & Exposition, San Antonio, DOI:10.18260/1-2--21190

Tajer, Ali. Validi, Shayesteh. (2018). Revision of the teaching method of the "Mechanical Facilities" course in the field of architecture and the proposal of an educational aid system, based on augmented reality technology. Iranian Engineering Education Quarterly, 20(77), 92-112. doi: 10.22047/ijee.2018.115617.1502

Tam, M. (2006). Assessing quality experience and learning outcomes. Part I: Instrument and analysis. Quality Assurance in Education. DOI:14. 75-87. 10.1108/09684880610643629

Uhlemann, J., Costa, R. and Charpentier, J. (2019), Product Design and Engineering in Chemical Engineering: Past, Present State, and Future. Chem. Eng. Technol., 42: 2258-2274.doi.org/10.1002/ceat.201900236

Unger, SH. (2005). How best to inject ethics into an engineering curriculum with a required course. International Journal of Engineering Education 21(3):373-377

Van den beemt, Antoine & MacLeod, Miles & Veen, Jan & van de Ven, Anne & Van Baalen, Sophie & Klaassen, Renate & Boon, Mieke. (2020). Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support. Journal of Engineering Education. 109(1). 1-48.DOI:10.1002/jee.20347

Vasquez, Erick & Dewitt, Matthew & West, Zachary & Elsass, Michael. (2020). Impact of Team Formation Approach on Teamwork Effectiveness and Performance in an Upper-Level Undergraduate Chemical Engineering Laboratory Course*. International Journal of Engineering Education. 36. 491-501.

Vegessi Jamieson, M.. , & Shaw, J. M. (2019). Learning to Learn: Defining an Engineering Learning Culture. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA). https://doi.org/10.24908/pceea.vi0.13707

Veraldo, L.G. *et al.* (2018). Assessment of the Students' Expectations and Perception Regarding the Development of the Competences in Industrial Engineering Course. In: Andre, T. (eds) Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences. AHFE 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 596. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60018-5_38

Villanueva, Keisha & Brown, Shane & Pitterson, Nicole & Hurwitz, David & Sitomer, Ann. (2017). Teaching Evaluation Practices in Engineering Programs: Current Approaches and Usefulness. International Journal of Engineering Education. 33. 1317-1334.

Vuong, Annalies & Nixon, Tristan & Towle, Brendon. (2011). A Method

for Finding Prerequisites Within a Curriculum.. EDM 2011 - Proceedings of the 4th International Conference on Educational Data Mining. 211-216.

Vuong, Annalies & Nixon, Tristan & Towle, Brendon. (2011). A Method for Finding Prerequisites Within a Curriculum.. EDM 2011 - Proceedings of the 4th International Conference on Educational Data Mining. 211-216.

Wei Zhang, Jieru Zheng, Junwen Wang, Jinxiang Dong, Yongqiang Cheng,Design and implementation of the interdisciplinary curriculum for intelligent chemical engineering program at Taiyuan University of Technology,Education for Chemical Engineers,Volume 42,2023,Pages 1-6,https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.10.002.

Williams, J.B. and Wong, A. (2009), The efficacy of final examinations: A comparative study of closed-book, invigilated exams and open-book, open-web exams. British Journal of Educational Technology, 40: 227-236. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00929.x

Ye, Yunping. (2020). EAP for undergraduate science and engineering students in an EFL context: What should we teach?. Ampersand. 7. doi.org/10.1016/j.amper.2020.100065

Yob, Iris & Danver, Steven & Kristensen, Sheryl & Schulz, William & simmons, kathy & Brashen, Henry & Krusiak, rebecca & Kiltz, Linda & Gatlin, Linda & Penland, Diane & Wesson, Suzanne. (2016). Curriculum Alignment with a Mission of Social Change in Higher Education. Innovative Higher Education. TBA. 10.1007/s10755-015-9344-5.

Zafaripour, ., Arefi, M, Fathi Vajargah, K, & Mohammadi, R. (2021). Analysis of the curriculum review process in the Iranian higher education system. Educational Measurement and Evaluation Studies, 11(33), 140-183. doi: 10.22034/emes.2021.247581

Zamanifar, Maryam, Mohammadi, Reza. Sadeghi Mandi, Fatemeh. (2017). Internal evaluation and quality of improvement of the curriculum in engineering departments. Iranian Journal of Engineering Education, 18(72), 45-67. doi: 10.22047/ijee.2016.40467 [In Persioan]

Zeybekoglu, Zuhal & Tabancali, Erkan. (2009). New Curriculum and New Challenges: What do School Administrators Really Do ?. International Journal of Social Sciences. 4.

zeydabadi, Mahdiyeh. bagherimajd, Rouhollah. (2022). Canonical Correlation Analysis for fostering skills based on sustainable development on the innovation competence of engineering students. Journal of Research in Educational Science, 16(56), 103-114. [In Persioan]