



تحلیل عاملی معادلات ساختاری الگوی ارائه درس آزمایشگاه‌های آموزشی رشته‌های فنی و مهندسی

محمد خلیلی

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت آموزشی و آموزش عالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علی اکبر خسروی بابادی

دانشیار، گروه تربیت و مشاوره، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Ali.Khosravi_Babadi@iauctb.ac.ir

عباس خورشیدی

استاد، گروه مدیریت آموزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

فاطمه حمیدی فر

استادیار، گروه مدیریت آموزشی و آموزش عالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۵/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۹

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی الگوی اثر بخش ارائه برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی دانشگاه‌های آموزش عالی صورت پذیرفت. این پژوهش از نظر هدف کاربردی، از نظر داده کمی و از نظر اجرای پیمایشی مقطعی است. جامعه شرکت کنندگان در پژوهش دانشجویان کارشناسی رشته‌های فنی مهندسی بودند که از این جامعه، نمونه‌ای شامل ۳۸۸ نفر به صورت تصادفی در پژوهش شرکت نمودند. به جهت برازش الگو از شاخص نسبت مجذور کای بر درجه آزادی، ریشه خطای میانگین مجذور تقریب، IFI و GFI استفاده شد. نتایج نشان دهنده وضعیت قابل قبول الگو از منظر دانشجویان بود شاخص ریشه خطای میانگین مجذور تقریباً مقدار ۰/۰۸ و GFI با مقدار ۰/۸ نشان دهنده ارزیابی قابل قبول و شاخص‌های IFI با مقدار ۰/۹۶ و شاخص نسبت مجذور کای بر درجه آزادی با مقدار ۱/۴۶ نشان دهنده ارزیابی مطلوب دانشجویان از الگوی بود. **واژه‌های کلیدی:** آموزش مهندسی، دروس عملی، برنامه درسی، آموزش عالی.

۱- 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 (عبدالواحد و ناگی^۱، ۲۰۰۹). 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 مهندسين است (اولسن و همکاران^۲، ۲۰۱۸). 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 (جانسون و راماداس^۳، ۲۰۲۰). 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 (رایو^۴، ۲۰۲۱). 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 (بوره و همکاران^۵، ۲۰۱۹). 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 (چودهیوری و همکاران^۶، ۲۰۱۹). 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 (عیدیانی، ۱۳۹۹). 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 (خبیری، ۱۳۹۸). 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 (یوب و همکاران^۷، ۲۰۱۶). 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 (فتحی واجارگاه، ۱۴۰۰). 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 (بینش، ۱۳۹۵). ارتقاء کیفیت عناصر برنامه درسی یکی از عوامل مؤثر در کارایی آموزش عالی است و اهداف آموزش عالی زمانی تحقق می‌یابد که برنامه درسی و ابعاد آن بر اساس نیازها، توان و رغبت دانشجویان تهیه و تدوین شود. برنامه درسی یک تعامل و گفتوگوی پیچیده 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 (زمانی فر و همکاران، ۱۳۹۵). برنامه‌های 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. (ظفری پور و همکاران، ۱۴۰۰) هیچ سبک تدریس یا شیوه آموزشی نیست که در هر زمان و در هر شرایطی به کار آید و انعطاف پذیری از نیازهای آموزشی رشته‌های مهندسی است به خصوص در دروس

⁵ Borah et al⁶ Chowdhury et al⁷ Yob et al¹ Abdulwahed & Nagy² Olsen et al³ Johnson & Ramadas⁴ Rau

است تا اطمینان حاصل شود که برنامه درسی در سطح کلاس ارائه شده است (بدیاکد^۴، ۲۰۱۹). اجرای برنامه درسی عنصری اساسی در موفقیت یا شکست کلیت یک برنامه است. فرایند اجرا نیروی متحرک هر طرحی است که بدون آن یک برنامه تنها آرزو یا قصد خوب است (وگار و اوپا^۵، ۲۰۱۵). از سویی یکی از مهمترین ارکان برنامه آموزشی مطلوب یادگیرنده است. وجود اختلاف بین انتظارات دانشجویان و دریافت‌های آن‌ها موجب دلسردی و عدم اطمینان از اهداف و خواسته‌هایشان می‌شود (باسو و کوگلر^۶، ۲۰۱۷). داشتن برنامه‌ها و اهداف همسو با انتظارات، موجب پویا نگهداشتن محیط آموزشی می‌شود. اگر دانشجویان امیدی به برآورده شدن خواسته‌های خود در رشته تحصیلی‌شان نداشته باشند، تمایل و انگیزه آنها برای یادگیری و آموزش مؤثر لطمه دیده و بر مسئولیت پذیری و کارایی آینده آنها نیز مؤثر خواهد (قلمکاری و همکاران، ۱۳۹۸). در پژوهش حاضر تلاش می‌شود، یکی از الگوهای ارائه برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی توسط دانشجویان رشته‌های مذکور مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

حیطه برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی از غنای لازم برخوردار نبوده و پژوهش‌های انجام شده عموماً از جامعیت لازم برخوردار نیستند. پژوهش‌های این حیطه عموماً در دو موضوع توجه به ترکیب و ترتیب ارائه عملی با دانش‌های مرتبط و همچنین ابزارهای نوین در ارائه برنامه درسی دروس مذکور توجه نموده اند و نگرش جامع به ارائه دروس چندان مورد نگرش پژوهشگران قرار نگرفته است. پژوهش‌هایی که به ترکیب و ترتیب آموخته‌های مرتبط با برنامه درسی دروس آزمایشگاهی پرداخته اند عموماً توجه خود را به توالی ارائه دروس تئوری و عملی، نحوه برنامه ریزی ارائه دروس مرتبط، ترکیب دانش‌های بین درسی با ارائه دروس آزمایشگاهی و مواردی از این دست پرداخته اند. ژانگ و همکاران^۷ (۲۰۲۳) در پژوهشی به طراحی و اجرای یک برنامه درسی با نگرش بین رشته‌ای برای رشته مهندسی شیمی دانشگاه تایوان اقدام نمودند. پژوهشگران به دلیل اهمیت دانش‌های مهندسی رشته‌های مختلف مانند اتوماسیون و کامپیوتر از یک سو و توانایی‌هایی مثل توانایی حل مسئله در کارایی دانش آموخته‌گاه رشته مهندسی شیمی، پرداختند. عیدبانی (۱۳۹۹) در پژوهشی با

عملی که در آن‌ها دانشجویان درس را از طریق انجام دادن یاد می‌گیرند و ضمن گفتوگویی واقعی با استاد و سایر دانشجویان، ایده‌هایشان شکل می‌گیرد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۳). 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. (فری و کتریدج^۱، ۲۰۰۹). روش‌های تدریس از عناصر اصلی برنامه درسی است. و در فرایند آموزش و یادگیری نقش بارزی را ایفا می‌کند. روش تدریس و یا راهبرد یاددهی یادگیری نامیده می‌شود. در روش‌های یاددهی یادگیری، مواردی چون نحوه ارائه دانش، تغییر نگرش و آموزش مهارت‌های مورد نظر توسط مدرس به دانش آموز، چگونگی ارتباط مدرس با یادگیرنده، نحوه استفاده از امکانات و تجهیزات در فرایند آموزش، نحوه و میزان مشارکت یادگیرنده در امر یادگیری، چگونگی ارتباط یادگیرندگان با یکدیگر، با محیط، مواد و با وسایل و امکانات آموزشی مورد توجه قرار می‌گیرد (کشاورزی و همکاران^۲، ۲۰۱۷). نحوه اجرای یک برنامه از چگونگی تهیه آن پراهمیت تر است؛ زیرا تا وقتی که یک برنامه به اجرا درنیامده، مانند این است که وجود ندارد و دیگر اینکه بهترین برنامه آموزشی تهیه شده به علت اجرای ناقص، می‌تواند نتایج دلسرد کننده‌ای 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 (حسنی و همکاران^۳، ۲۰۱۷). در روش‌های یاددهی یادگیری، مواردی چون نحوه ارائه دانش، تغییر نگرش و آموزش مهارت‌های مورد نظر توسط معلم به دانش آموز، چگونگی ارتباط معلم با یادگیرنده، نحوه استفاده از امکانات و تجهیزات در فرایند آموزش، نحوه و میزان مشارکت یادگیرنده در امر یادگیری، چگونگی ارتباط یادگیرندگان با یکدیگر، با محیط، مواد و با وسایل و امکانات آموزشی مورد توجه قرار می‌گیرد (فلاح و حلیمی، ۱۳۹۷). 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)

⁵ Ogar & Opoh

⁶ Basow & Gaugler

⁷ Zhang et al

¹ Fry & Ketteridge

² Keshavarzi et al

³ Hosni et al

⁴ Bediako

عنوان آموزش همزمان دروس نظری و آزمایشگاه عملی در رشته مهندسی برق پرداخت. این پژوهش به نحوه آموزش چند نرم افزار مهندسی برق با تاکید بر همزمانی درس تئوری و عملی ارائه شده است. ژائو^۱ و همکاران (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. در این پژوهش معیارهای اعتبارسنجی برنامه‌های مهندسی در آزمایش‌های عمده مهندسی داروسازی در موسسه فناوری ووهان معرفی شد. هدف این پژوهش بررسی آموزش تجربی در مهندسی دارویی در چین، حالت آموزش تجربی یکپارچه معرفی شده در آن است. کریپین^۲ و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی با عنوان طراحی چالش به منظور بهبود آزمایشگاه شیمی عمومی برای مهندسان را ترتیب دادند. این پژوهش یک رویکرد منحصر به فرد برای برنامه درسی آزمایشگاهی برای شیمی عمومی کارشناسی مهندسی ارائه کرده است که هدف آن ترویج پایداری رشته‌های مهندسی است. بوسماکر^۳ و همکاران (۲۰۱۷) یک رویکرد انطباقی برای توسعه برنامه درسی مهندسی شیمی انطباقی مستمر و تکامل برنامه‌های درسی در مهندسی شیمی را ارائه نمودند. پژوهشگران بیان نمودند برای صنایع و فن آوری‌های سازگار با محیط زیست و برای بهبود تجربه دانشجویی ارائه دادند. رور^۴ و همکاران (۲۰۱۷) پژوهشی با عنوان ادغام برنامه درسی سیستماتیک و توسعه پایدار با استفاده از رویکردهای چرخه زندگی در دانشکده مهندسی عمران را انجام دادند. مالکیکی و پاترو^۵ (۲۰۱۵) در پژوهشی به ارتباط ماژول‌های تئوری و عملی دوره‌ها و ارتباط آن‌ها پرداختند. عبدالواحد و ناگی^۶ (۲۰۱۳) پژوهشی را با عنوان استفاده از چرخه یادگیری تجربی کالب^۷ برای آموزش آزمایشگاهی انجام دادند. در این پژوهش یک مدل برای آموزش آزمایشگاهی بر مبنای تئوری یادگیری تجربی کالب توصیف شده است. ساندراراجان^۸ (۲۰۱۲) پژوهشی را با موضوع توسعه برنامه تحصیلی آزمایشگاه‌های مهندسی مکانیک با آزمایشات مبتنی بر پژوهش انجام دادند. نوع دیگر پژوهش‌ها در حیطه روش‌ها و ابزارهای نوین ارائه دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی صورت پذیرفته است. ورث^۹ و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی به ارائه روشی نوآورانه برای آموزش آزمایشگاهی رشته

مهندسی کنترل ارائه دادند. این روش شامل مدل سازی ریاضی برای طراحی شبیه سازی و کنترل و همچنین توسعه نمونه اولیه است. این روش همچنین اهمیت ادغام مرحله آماده سازی خودآموزی فشرده و تمرینات آزمایشگاهی را در فرآیند یادگیری، با استفاده از یک مدل شبیه سازی کامل برای آزمایش کنترل برجسته می‌کند. جیورا^{۱۰} (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای رویکرد جدیدی را برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی مرتبط با مهندسی برق در میان روش‌های یادگیری آنلاین یا ترکیبی معرفی کرد. این پژوهش پتانسیل استفاده از برنامه یادگیری مبتنی بر تلفن همراه و مبتنی بر شبیه‌سازی را برای توسعه مهارت‌های فنی کاربران بررسی کرد. فورنوس^{۱۱} و همکاران (۲۰۲۲) برنامه درسی منطبق با بازی برای دانشجویان رشته مهندسی شیمی ارائه نمود. که در اجرای این برنامه درسی دانشجویان در با مواجهه با چالش‌های غیر متعارف و به صورت مشارکتی قرار می‌گرفتند. چودهیوری، الم و موستاری^{۱۲} (۲۰۱۹) پژوهشی را با عنوان توسعه یک تکنیک ابتکاری برای آموزش و یادگیری آزمایش آزمایشگاهی برای دوره‌های مهندسی صورت انجام دادند این روش شامل یک ویدیو کلیپ نمایش آزمایشگاهی واقعی، انجام یک آزمایش آزمایشگاهی واقعی و شبیه سازی / مدلسازی رایانه‌ای است. خلیلی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی جامع به بررسی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی پرداختند. در این پژوهش در بعد ارائه درس، مولفه‌ی وضعیت مواجهه با شاخص‌های نظام ارائه و سازگاری و تعدیل و همچنین مولفه‌ی روش‌های تدریس با شاخص‌های سناریوهای یادگیری، ابزارها و روش‌ها و گویه‌های مربوطه ارائه شد. الگوی ارائه شده این مطالعه در جدول ۱ آمده است. در پژوهش حاضر تلاش می‌شود، بعد ارائه درس در پژوهش مذکور توسط دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی با کمک رواسازی پرسشنامه مورد ارزیابی قرار گیرد.

⁷ Kolb

⁸ Sundararajan

⁹ Werth

¹⁰ Juera

¹¹ Fornós

¹² Chowdhury, Alam, Mustary

¹ Zhou

² Crippen

³ Bussemaker

⁴ Roure

⁵ Malkki & Paatero

⁶ Abdulwahed & Nagy

جدول ۱: الگوی چرخه ارائه خلیلی و همکاران (۱۴۰۲)

بعد	مولفه	شاخص	گویه
چرخه‌ی ارائه	وضعیت مواجهه	نظام ارائه	تعمیم اصول نظریه‌ها تحلیل کمی و کیفی مفاهیم رشته ای و میان رشته ای، حقایق و موضوع
			آموزش سناریو محور
			المان بندی محتوی آموزشی
			توجه به تفاوت‌های فردی و کار تیمی
			امکان ارائه فیدبک و مشارکت آفرینی
	سازگاری و تعدیل		تنوع رئوس مطالب
			آموزش کاربرپسند و جذاب
			احساس آزادی عمل و اختیار در دانشجویان
			مفهومی سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال
			آموزش بر پایه حل مسئله
	روش‌های تدریس	سناریوهای یادگیری	یادگیری مشارکتی
			آموزش خلاقانه
			رویکرد آموزشی (پروژه محور، محصول محور، چالشی و جو رقابتی)
			دستگاه‌ها و تجهیزات
			طراحی آزمایشات
	روش‌ها و ابزارها		آموزش تکمیلی (گردش علمی، آموزش ویدئویی، آموزش مجازی، کلاس حل تمرین)

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی، از نظر داده کمی و از نظر اجرای پژوهش پیمایشی مقطعی است. جامعه آماری پژوهش را کلیه دانشجویان کارشناسی رشته‌های فنی و مهندسی دانشگاه‌های ایران تشکیل می‌دهند که بر اساس آمار موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی در سال ۱۳۹۳ مشتمل بر ۱۲۹۵۷۴۳ نفر دانشجو می‌باشد. بر اساس مدل کوکران و با در نظر گرفتن خطای ۵ درصد حجم نمونه ۳۸۵ نفر تعیین می‌شود. نمونه گیری به روش تصادفی مشتمل بر ۴۰۰ نفر دانشجوی دانشگاه صنعتی شریف شاغل به تحصیل در مقطع کارشناسی رشته‌های فنی و مهندسی تعیین شد. از ۴۰۰ مورد پرسش نامه ارسال و از این تعداد ۳۸۸ مورد پرسشنامه معتبر دریافت شد. ابزار گردآوری داده‌ها یک پرسشنامه پژوهشگر ساخته با لیکرد ۵ گزینه‌ای است. این پرسشنامه در اختیاران کاربران گروه نمونه قرار گرفت. این پرسشنامه توسط ۱۶ نفر از خبرگان مورد تایید قرار گرفت. اعتبار پرسشنامه بخش کمی از روش مرسوم آلفای کرونباخ و روایی آن از طریق محتوایی تاییدی استفاده شد. نتایج کمینه آزمون CVR برای هر مولفه و آلفای کرونباخ در جدول ۲ آمده است. برای محاسبه CVR از پرسشنامه سه گویه‌ای با پاسخ‌های، گویه ضروری است، گویه مفید است اما ضروری نیست و گویه ضرورتی ندارد استفاده شد. و نتایج منطبق با رابطه

۱ محاسبه شد. در این رابطه N تعداد کل نخبگان (۱۶ نفر) N_e تعداد افرادی که گویه را ضروری در نظر داشتند است. رابطه ۱: محاسبه روایی محتوایی

$$CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

در بخش تحلیل کمی بجز تجزیه و تحلیل آمار توصیفی داده، از روش تحلیل عاملی تاییدی به جهت تحلیل نتایج حاصل از پرسش نامه ارائه شده به دانشجویان استفاده شد. در پژوهش حاضر برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Z اسکور (Z چولگی و Z کشیدگی) و کولمو گروف-اسمیرنوف استفاده شده است و همچنین به جهت برازش الگو از شاخص نسبت مجذور کای بر درجه آزادی، ریشه خطای میانگین مجذور تقریب (RMSEA)، GFI و IFI استفاده شده است.

جدول ۲: نتایج تحلیل محتوایی و آلفای کرونباخ

بعد	مولفه‌ها	CVR	آلفای کرونباخ	شاخص‌ها	CVR	آلفای کرونباخ
چرخه‌ی ارائه	وضعیت مواجهه	۰/۶۲	۰/۹۱۱	نظام ارائه	۰/۶۲	۰/۸۴۵
				سازگاری و تعدیل	۰/۶۲	۰/۸۲۵
	روش‌های تدریس	۰/۷۵	۰/۷۲۰	سناریوهای یادگیری	۰/۷۵	۰/۶۰۴
				روش‌ها و ابزارها	۰/۸۷	۰/۷۳۴

یافته‌ها

به دلیل استفاده از آزمون‌های پارامتریک قبل از آنالیز لازم است نسبت به توزیع نرمال داده‌های حاصل از نمونه مورد سنجش اطمینان حاصل شود. به دلیل اینکه داده‌ها مستخرج از طیف لیکرت بوده و از نوع ترتیبی است، بهترین روش تست نرمال بودن داده‌ها روش Z اسکور (Z چولگی و Z کشیدگی) می‌باشد که برای نرمال بودن داده‌ها قدر مطلق این عدد باید بین ۰ تا ۲ باشد.

یافته‌های حاصل از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در اساس داده‌های پژوهش در جدول ۴ آمده است. همانگونه که مشاهده می‌شود با توجه به اینکه فرض این آزمون بر عدم نرمال بودن داده است با توجه به سطح معنا داری ($\text{Sig} = ۰/۰۸۲$) بدست آمده فرض صفر این آزمون رد و لذا داده‌های آزمون دارای توزیع نرمال می‌باشند.

جدول ۳: نتایج آزمون Z اسکور

مضمون	قدر مطلق چولگی	خطای استاندارد چولگی	Z چولگی	قدر مطلق کشیدگی	خطای استاندارد کشیدگی	Z کشیدگی
نظام ارائه	۰/۵۲۳	۰/۲۸۷	۱/۸۲	۰/۹۲۸	۰/۵۶۶	۱/۶۳
سازگاری و تعدیل	۰/۵۰۲	۰/۲۸۷	۱/۷۴	۰/۷۴۳	۰/۵۶۶	۱/۳۱
سناریوهای یادگیری	۰/۳۸۳	۰/۲۸۷	۱/۳۳	۰/۵۹۷	۰/۵۶۶	۱/۰۵
ابزارها و روش‌ها	۰/۵۴۶	۰/۲۸۷	۱/۹۰	۰/۶۰۱	۰/۵۶۶	۱/۰۶
وضعیت مواجهه	۰/۵۱۳	۰/۲۸۷	۱/۷۸	۰/۷۶۰	۰/۵۶۶	۱/۳۴
روش‌های تدریس	۰/۲۷۰	۰/۲۸۷	۰/۹۴	۰/۵۵۷	۰/۵۶۶	۰/۹۸
چرخه‌ی ارائه	۰/۲۵۵	۰/۲۸۷	۰/۸۸	۰/۴۷۳	۰/۵۶۶	۰/۸۳

جدول ۴: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

Statistic	df	Sig
۰/۰۴۷	۳۸۸	۰/۰۸۲

توصیف دموگرافیک

سودمندی بین ویژگی‌های نمونه از آن سو دارای اهمیت است که می‌تواند تمیزی برای ویژگی‌های جامعه کلی جامعه مورد نظر در دسترس محقق قرار دهد. همچنین نتایج این یافته می‌تواند در تعمیم پذیری یافته‌ها و پژوهش‌های آتی تاثیر گذار باشد. توصیف دموگرافیک نمونه مورد مطالعه در جدول ۵ آمده است. با توجه به تعداد بیشتر دانشجویان مرد نسبت به زن در این رشته‌ها، نسبت دموگرافیک پژوهش در این حیطه نیز منطبق با این موضوع است. از سویی فراوانی تعداد دانشجویان

نمونه بر حسب گروه‌های سنوات تحصیل نیز نشان می‌دهد دانشجویان شاغل به تحصیل در ترم‌های ۳ تا ۶ با ۳۹/۰۶ درصد بیشترین مشارکت در گروه نمونه را داشتند و دانشجویانی که کمتر از ۳ ترم از سنوات تحصیلشان گذشته بود با ۲۵ درصد کمترین میزان مشارکت گروه نمونه را داشتند.

جدول ۵: توصیف دموگرافیکی نمونه مطالعه

شاخصه	تعداد	درصد
مرد	۹۸	۲۵/۳
زن	۲۷۰	۷۴/۷
سنوات تا ترم سوم	۹۷	۲۵
سنوات بین ترم سوم تا ششم	۱۴۸	۳۸/۱
سنوات بیشتر از ترم ششم	۱۴۳	۳۶/۹

با مقوله مورد ارزیابی برقرار است و این الگو در تبیین بعد چرخه ارائه در برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی مهندسی معنا دار است. مقادیر (T-value) معنا داری ضرایب بین متغیرهای آشکار و پنهان را نشان می‌دهد. حد معنا داری ۵ درصد (۰/۰۵) در نظر گرفته شده است و اگر مقادیر ضرایب بدست آمده برای T-value خارج از بازه $۱/۹۶ - ۱/۹۶ +$ باشد رابطه معنادار است.

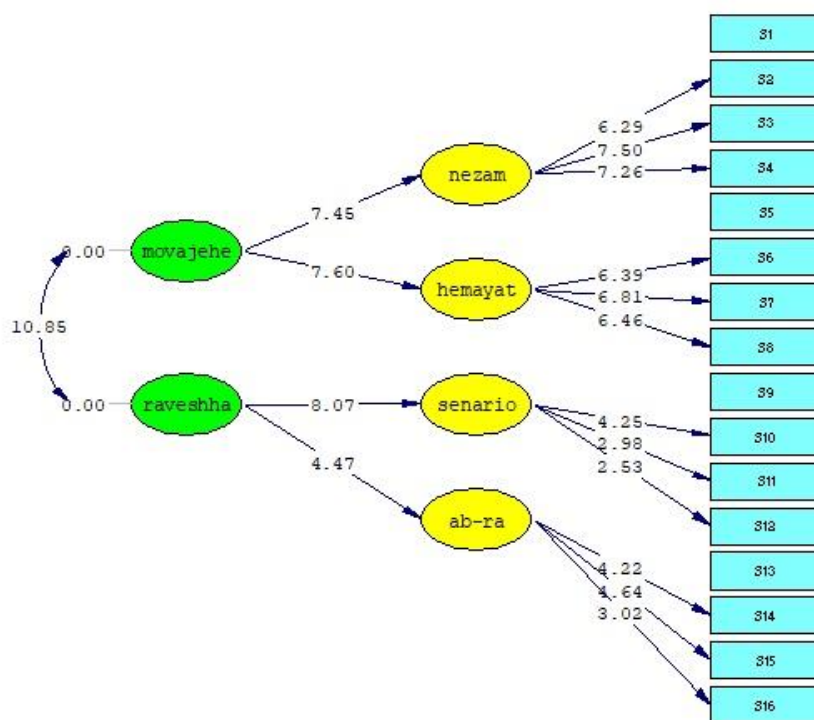
نتایج نشان دهنده معنا داری ارتباط بین تمام متغیرهای مورد سنجش است. برای بررسی برازش الگو در این پژوهش از چهار معیار مقدار جذر میانگین مجذورات خطای تقریبی، نسبت خی دو به درجه آزادی، همچنین GFI و IFI استفاده شده است. یافته‌ها در جدول ۹ آمده است و نشان دهنده معنا داری روابط و برازش مطلوب الگو چرخه‌ی ارائه است.

تحلیل عاملی تاییدی

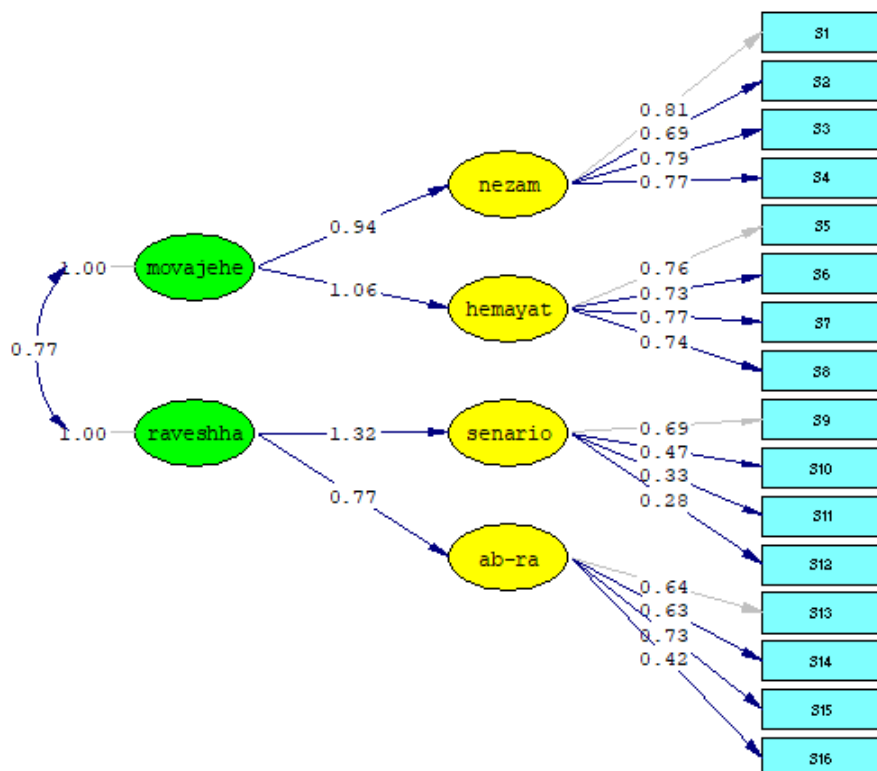
آزمون تحلیل عاملی تاییدی در دو نمودار ارزش معنا داری-T (value) در شکل ۱ و مقادیر ضریب اثر استاندارد شده در شکل ۲ و همچنین در جدول ۶ ارائه آمده است. نتایج بدست آمده از مقادیر استاندارد شده نشان دهنده این است که متغیرهای مورد سنجش می‌توانند متغیرهای پنهان را تبیین نمایند. از آنجا که بار عاملی تمام متغیرهای سنجش شده از ۰/۳ بیشتر است لذا رابطه مطلوبی بین شاخص‌ها با مولفه‌ها و مولفه‌ها

جدول ۶: مقادیر سطح معناداری و ضریب اثر استاندارد الگوی ارائه درس آزمایشگاه‌های آموزشی رشته‌های فنی و مهندسی

بعد	ضریب اثر استاندارد	سطح معناداری T-Value	مولفه	ضریب اثر استاندارد	سطح معناداری T-Value	شاخص	ضریب اثر استاندارد	سطح معناداری T-Value	گویه‌ها
وضعیت مواجهه	۰/۷۷	۱۰/۵۸		۰/۹۴	۷/۴۵	نظام ارائه	۰/۸۱		گویه ۱
							۰/۶۹	۶/۲۹	گویه ۲
							۰/۷۹	۷/۵۰	گویه ۳
							۰/۷۷	۷/۲۶	گویه ۴
				۱/۰۶	۷/۶۰	سازگاری و تعدیل	۰/۷۶		گویه ۵
							۰/۷۳	۶/۳۹	گویه ۶
							۰/۷۷	۶/۸۱	گویه ۷
							۰/۷۴	۶/۴۶	گویه ۸
روش‌های تدریس	۰/۷۷	۱۰/۸۵		۱/۳۲	۸/۰۷	سناریوهای یادگیری	۰/۶۹		گویه ۹
							۰/۴۷	۴/۲۵	گویه ۱۰
							۰/۳۳	۲/۹۸	گویه ۱۱
							۰/۲۸	۲/۵۳	گویه ۱۲
				۰/۷۷	۴/۴۷	ابزارها و روش‌ها	۰/۶۴		گویه ۱۳
							۰/۶۳	۴/۲۲	گویه ۱۴
							۰/۷۳	۴/۶۴	گویه ۱۵
							۰/۴۲	۳/۰۲	گویه ۱۶



شکل ۱: مدل معادلات ساختاری الگوی ارائه آزمایشگاه‌های آموزشی رشته‌های فنی و مهندسی با سطح معناداری



شکل ۲: مدل معادلات ساختاری الگوی ارائه آزمایشگاه‌های آموزشی رشته‌های فنی و مهندسی با ضریب اثر استاندارد شده

جدول ۹: نتایج شاخص‌های برازش الگو

شاخص	دامنه مطلوب	مقدار محاسبه شده	وضعیت
RMSEA	کمتر از ۰/۰۸	۰/۰۸	قابل پذیرش
$\frac{\chi^2}{df}$	کمتر از ۳	۱/۴۴	مطلوب
IFI	بیشتر از ۰/۹	۰/۹۶	مطلوب
GFI	بیشتر از ۰/۹	۰/۸	قابل پذیرش

تفاوت نتایج در گروه‌های جمعیتی

پیش فرض یکسانی پراکندگی ایجاب می‌کند که متغیرهای وابسته کمی در سرتاسر دامنه متغیرهای مستقل (پیوسته یا طبقه‌ای)، از سطوح پراکندگی یکسانی برخوردار باشند. تخطی از این پیش فرض موجب ناهمگنی پراکندگی می‌شود. معمولاً وقتی یک متغیر به روش نرمال توزیع نشده باشد یا روال تبدیل داده‌ها به توزیع غیرقابل انتظار منجر شود، ناهمگنی پراکنش به وجود می‌آید (میر^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). دریافت تحلیل واریانس تک متغیری یا آنووا (با یک متغیر وابسته کمی و یک یا چند متغیر مستقل طبقه‌ای)، پیش فرض یکسانی پراکندگی به عنوان یکسانی واریانس تلقی می‌شود که در آن پیش فرض برابری واریانس‌های متغیر-وابسته در همه سطوح متغیرهای مستقل برقرار است. برای آزمودن یکسانی واریانس می‌توان از آزمون آزمون لوین استفاده کرد. آزمون لوین (یا لوین)، فرضیه آماری یکسانی پراکندگی واریانس‌ها را در تمام سطوح متغیر مستقل مورد سنجش قرار می‌دهد. رد فرضیه صفر نشان دهنده تخطی از پیش فرض نابرابری پراکندگی واریانس است. برای مقایسه

نظرات گروه‌های مستقل شرکت کننده در پژوهش از آزمون لون استفاده شده است.

برای انجام این آزمون برای تفاوت در گروه‌های جنسیتی از آزمون T مستقل و برای انجام این آزمون در گروه‌های سنوات دانشجویان از نتایج حاصل از تحلیل F واریانس یک طرفه استفاده شده است. نتایج این آزمون برای دو گروه زنان و مردان و همچنین در دانشجویان با سنوات تحصیلی مختلف (تا سه ترم، سه تا شش ترم، بیشتر از شش ترم) در جداول ۱۰ و ۱۱ آمده است.

با توجه به سطح معنا داری برای هر کدام از مضامین می‌توان برداشت نمود که تمام مضامین برای هر دو گروه مستقل زنان و مردان از همگنی برخوردار است و تفاوت معنا داری در گروه‌های جنسی شرکت کننده در آزمون و نظرات این گروه‌ها وجود ندارد.

نتایج آزمون واریانس یک طرفه برای گروه‌های مستقل سنوات تحصیلی نشان دهنده سطح معنا داری در آزمون لون است لذا می‌توان نتیجه گرفت گروه‌های مستقل سنوات تحصیلی نیز نظری همگن در خصوص گویه‌های پرسشنامه در تمامی مضامین داشته اند.

جدول ۱۰: نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه دو گروه مستقل زنان و مردان

بعد	F	سطح معناداری لون	t	درجه آزادی	معنا داری t
چرخه‌ی ارائه	۰/۰۷۱	۰/۷۹۰	۰/۱۵۲	۳۸۶	۰/۸۷۹

جدول ۱۱: نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای گروه مستقل سنوات تحصیلی

بعد	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معناداری
چرخه‌ی ارائه	۳۶/۳۲۴	۲	۱۸/۳۱۳	۰/۰۷۴	۰/۹۲۸

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت تطابق الگوی ارائه برنامه درسی با انتظارات دانشجویان، تلاش شد الگوی ارائه برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی با

رویکردی کمی منطبق با روش تحلیل عاملی تاییدی توسط ۳۸۸ نفر از دانشجویان رشته‌های مذکور مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج نشان دهنده وضعیت قابل قبول الگو از منظر دانشجویان بود. در الگوی حاضر به ارائه درس به صورت چرخه و نه به صورت

¹ Meyers

سازگاری و تعدیل ارائه برنامه درسی منطبق با تنوع یادگیرندگان شاخصی ضروری در ارائه برنامه درسی است.

مولفه‌ی روش‌های تدریس دارای دو شاخص سناریوهای یادگیری و روش‌ها و ابزارها می‌باشد. سناریوهای یادگیری نحوه و نقشه ارائه درس است. دانشجویان در مواجهه با سناریوهای برنامه درسی برانگیخته می‌شوند و مهارت‌های عمومی را بهتر درک می‌کنند (بل^۷ و همکاران، ۲۰۱۰). سناریوهای یادگیری احساس هدفمندی آموزشی را به دانشجویان از طریق آماده‌سازی مؤثر، برنامه‌های آموزشی تکمیلی برای معرفی و توسعه مهارت‌های حرفه‌ای و ارتباطی و تعمق توانمندی‌های شخصی و فنی القا کرده و مسیر را برای استقلال دانش‌آموز و تسلط به دانش و توانایی‌ها مرتبط تسهیل می‌کند (تیلی^۸ و همکاران، ۲۰۱۴).

ازسویی در دروس عملی رشته‌های مهندسی مشارکت دانشجویان در گروه‌های کاری و تعامل بین محیط یادگیری فعالیت‌های یادگیری و روابط شکل می‌گیرد. این دروس شامل فرآیندی تکرار پذیر هستند که در آن در صورت مشارکت فعال دانشجویان، انتقال از تئوری به عمل را تسریع می‌شود (وندربومت^۹ و همکاران، ۲۰۲۳). از سویی به دلیل ماهیت آزمایشگاه‌های آموزشی رشته‌های فنی و مهندسی، نحوه استفاده از امکانات و تجهیزات در فرایند آموزش، نحوه و میزان مشارکت یادگیرنده در امر یادگیری، چگونگی ارتباط یادگیرندگان با یکدیگر، با محیط، مواد و با وسایل و امکانات آموزشی می‌بست مورد توجه برنامه درسی قرار می‌گیرد (شاهگلی و همکاران، ۱۴۰۳). وجود چالش‌های فنی و سازگاری از موانع اجرای برنامه درسی است. چالش‌های فنی مشکلاتی هستند که با استفاده از راه حل‌ها، روش‌ها، ابزارها و راهنمایی‌های متخصص موجود قابل حل هستند (پاک^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۰). در کنار تجهیزات و امکانات آموزشی آزمایشگاه تنوع در ارائه مطلب و استفاده از آموزش‌های تکمیلی مانند استفاده از پلتفرم‌های آموزشی، آموزش بر پایه بازی، آموزش ویدئویی، سفر علمی و مواردی از این دست می‌تواند برای دوره‌های مهندسی برای تضمین و توسعه همه‌جانبه مهارت‌ها مطابق با استانداردهای آموزش با کیفیت سودمند باشد (بلستروس^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱).

کارکرد حرفه‌ی مهندسی دستکاری مواد، انرژی و طبیعت است که از این طریق برای نوع بشر منفعت ایجاد می‌کند. برای

مسیری خطی نگرینسته شد زیرا چرخه‌ی ارائه تدریس ناظر بر آن چیزی است که بیشتر معلم در کلاس تدریس می‌کند و تعیین موضوع و نگاه تجربه کننده (دانشجویان و سایر مخاطبان) و عکس العمل آن‌ها می‌تواند این بعد از برنامه درسی را به تصویر بکشد. وضعیت مخاطبان در هنگام مواجهه با برنامه درسی به صورت وضعیت‌های مختلف نشان داده می‌شود که به طوری کلی مسیرهای تعامل به نام‌های پذیرشی-انتقادی-انحرافی-بالنده-حمایتی-می‌توان شناسایی کرد (فتحی واجارگاه، ۱۴۰۰). در ادامه به بحث در خصوص شاخص‌های الگوی برنامه درسی آزمایشگاه‌های آموزشی رشته‌های فنی و مهندسی پرداخته می‌شود.

مولفه‌ی وضعیت مواجهه در الگوی پژوهش دارای دو شاخص نظام ارائه و سازگاری و تعدیل است. شاخص نظام ارائه گواه بر این مفهوم است که اجرای برنامه درسی مبتنی بر رویکردی نظام مند است. فرایند برنامه‌ی درسی از بالا به پایین نیست و برعکس فرایند نظام مند تعاملی و سیاسی است (کنراد و پرات^۱، ۱۹۸۳). این نظام طراحی مهارت‌های گوناگون از سناریوهای یادگیری و برنامه‌های درسی مناسب در نظام آموزشی هستند. فرصت‌های یادگیری‌ای که خلاقیت و تفکر را تقویت می‌کنند، به اصطلاح "ذهنیت سازنده"^۲ را ترویج می‌دهد (لینزینگ و فریدهاف^۳، ۲۰۱۸). شاخص سازگاری و تعدیل در پژوهش حاضر با گویه‌های مرتبط به بیان انعطاف پذیری و سازگاری اجرا با شرایط و ویژگی‌های یادگیرندگان اشاره دارد. ایجاد انعطاف و تنوع در محتوا، نه تنها به دلیل افزایش الزام‌های زندگی روزمره و زندگی شغلی، بلکه به دلیل ضرورت توجه به شخصیت، علایق، تجارب و ویژگی‌های منحصر به فرد هر دانشجو برای تقویت انگیزش یادگیری ضروری است (کشاورزی، ۲۰۱۷). یکی از عوامل مهم تعیین کننده موفقیت یک برنامه درسی اثربخش و نیز تعیین کننده رفتار یادگیرنده است و با دستاوردها رضایت او ارتباط دارد (گورناتن^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). بروز اختلاف بین انتظارات دانشجویان و دریافت‌های آن‌ها موجب دل‌سردی و عدم اطمینان از اهداف و خواسته‌هایشان می‌شود (باسو و گالجر^۵، ۲۰۱۷). از سویی برای غلبه چالش‌های پیش روی برنامه درسی، تغییر برنامه به یک آموزش مقرون به صرفه، کاربرپسند و جذاب امری لازم است (چودھوری^۶ و همکاران، ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد بستر

⁷ Bell

⁸ Tilley

⁹ Van den Beemt

¹⁰ Pak

¹¹ Ballesteros

¹ Conrad & Pratt

^۲ Maker mindset

³ Lensing & Friedhoff

⁴ Gooneratne

⁵ Basow & Gaugler

⁶ Chowdhury

فهرست منابع

- 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 دروس عملی به دست می‌آید. با این حال، آموزش آزمایشگاهی با مشکلاتی روبرو است. به طوری که حتی عدم وجود اهداف یادگیری منسجم برای آزمایشگاه‌ها و عدم وجود دیدگاه منسجم به آموزش آزمایشگاهی به فقدان اثربخشی آزمایشگاه‌ها و اختلال در آموزش عملی منجر شده است. اما حتی با فرض وجود اهداف و دیدگاه منسجم در آموزش عملی رشته‌های فنی و مهندسی، به دلیل ماهیت فناورانه از یک سو و از سویی دیگر نیاز به ارتباطات بیشتر دانشجویان با همدیگر، با مدرسين و با محیط و مواد آموزشی، ارائه این دروس را با چالش‌های جدی مواجه نموده است. در ارائه این دروس می‌بایست ضمن توجه به اصول فنی و به روز در حیطه درس، زمینه سازی و ساختار سازی مناسبی برای نحوه عملکرد تعاملی دانشجویان در کنار یکدیگر و مشارکت فعال یادگیرندگان با برنامه درسی ایجاد شود. برای رسیدن به این مهم لازم است که برنامه از دیدگاه مخاطبین دارای مقبولیت باشد. عدم توجه به دیدگاه یادگیرندگان در برنامه‌های آموزشی از یک سو منجر به دلسردی یادگیرندگان و از سویی دیگر منجر به بروز فاصله بین مطلوبیت برنامه با نیازهای مخاطبین برنامه می‌شود. در پژوهش حاضر تلاش شده است یکی از جامع ترین الگوی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی در ادبیات پژوهش، مورد ارزیابی مخاطبین برنامه قرار گیرد. نتایج پژوهش نشان دهنده مطلوبیت نسبی الگو نزد نمونه‌ای از یادگیرندگان برنامه بود و این می‌تواند نقطه اتکایی برای برنامه ریزان برای استفاده از رویکرد نظری در ارائه برنامه‌های عملیاتی مرتبط با دروس مذکور باشد. این پژوهش مانند تمامی فعالیت‌های زیستی با محدودیت‌هایی همراه بود. دستیابی به نمونه و تعهد مشارکت موثر نمونه در پاسخگویی به سوالات پرسشنامه از یک و از سویی دیگر ضعف دانش گروه نمونه از مفاهیم پایه دانش برنامه درسی مهمترین دشواری و محدودیت در انجام پژوهش بود. از سویی به دلیل وسعت جغرافیایی، تفاوت سطح دانشی دانشجویان دانشگاه‌ها، تفاوت بافت فرهنگی و تفاوت‌های ماهیتی رشته‌های فنی و مهندسی تعمیم یافته‌های پژوهش را با محدودیت همراه می‌سازد که توجه به این تفاوت‌ها به منظور ایجاد نگرشی شفافتر در این حیطه به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود.
- بینش، مرتضی. بختیاری فایندری، منصوره. نوید بخش، سیما. (۱۳۹۵). بررسی برنامه درسی دانشگاهی، تصمیم گیرندگان و عوامل موثر بر آن. مطالعات مدیریت و حسابداری. ۳(۲). ۱۵۷-۱۶۴.
- خبیری، محمد مهدی. (۱۳۹۸). بررسی دیدگاه آینده شغلی و نقش آن در آموزش دروس مهارتی - آزمایشگاهی در دانشکده‌های مهندسی آزمایشگاه روسازی مهندسی عمران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۲۱(۸۴)، ۶۹-۸۴.
- خلیلی، محمد، خسروی بابادی، علی اکبر، خورشیدی، عباس و حمیدی فر، فاطمه. (۱۴۰۲). ارائه الگوی برنامه درسی دروس آزمایشگاهی رشته‌های فنی و مهندسی با رویکردی مبتنی بر نظریه داده بنیاد. دوفصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی- 143, 14(28), 186. doi: 10.22034/hecs.2024.386719.1846
- شاهگلی، سلوا، پورابراهیمی علمداری، آرین، ال محمود، رضا و ستوده قره باغ، رحمت. (۱۴۰۳). نقش محوری تجربه زیسته مهندسان در نوآوری و ارتقای کیفیت آموزشی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، 26(103), 167-186. doi: 10.22047/ijee.2024.458840.2083
- ظفری پور، طاهره، عارفی، محبوبه، فتحی واجارگاه، کورش و محمدی، رضا. (۱۴۰۰). تحلیل روند بازنگری برنامه درسی در نظام آموزش عالی ایران. مطالعات اندازه گیری و ارزشیابی آموزشی: 11(33), 140-183. doi: 10.22034/emes.2021.247581
- زمانی فر، مریم، محمدی، رضا و صادقی مندی، فاطمه. (۱۳۹۵). ارزیابی درونی و بهبود کیفیت برنامه درسی در گروه های آموزش مهندسی فصلنامه آموزش مهندسی ایران/ 45-67. doi: 10.22047/ijee.2016.40467
- عیدیانی، م. (۱۳۹۹). آموزش همزمان درس نظری و آزمایشگاه علمی در مهندسی برق. نهمین کنفرانس ملی برق مجلسی. ۲۵-۳۳.
- فتحی واجارگاه، کورش. (۱۴۰۰). راهنمای عملی بازنگری برنامه های درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی، تهران: انتشارات مهربان.
- فلاح، وحید، حلیمی، علی. (۱۳۹۷). بررسی مراحل و اجزای مختلف برنامه های آموزشی و درسی در اجرا. فصلنامه علمی تخصصی روانشناسی، علوم اجتماعی و علوم تربیتی ۲(۳). ۱۹-۳۲

- Gooneratne, I., Munasinghe, S., Siriwardena, C., Olupeliyawa, A., & Karunathilake, I. (2008). Assessment of psychometric properties of a modified PHEEM questionnaire .
- Hosni, S., Aligramipour, M., & Hosseinnejad, G. (2017). A phenomenological reflection on the components of curriculum leadership in primary schools. *the view of principals. School Management*, 6(1), 283-305 .
- Johnson, S., & Ramadas, G. (2020). Disruptions in the process of engineering education-a curriculum design perspective. *Procedia Computer Science*, 172, 277-282 .
- Keshavarzi, D. M., Hossein Yarmohammadian, M., & Nadi, A. (2017). Curriculum Content Based on Future Studies Development in Iran's Higher Education: a Qualitative Research. *Journal of Higher Education Curriculum Studies*, 8(16), 119-138 .
- Lensing, K., & Friedhoff, J. (2018). Designing a curriculum for the Internet-of-Things-Laboratory to foster creativity and a maker mindset within varying target groups. *Procedia Manufacturing*, 23, 231-236 .
- Meyers, L. S., Gamst, G., & Guarino, A. J. (2016). *Applied multivariate research: Design and interpretation*. Sage publications .
- Ogar, O. E., & Opoh, F. A. (2015). Teachers Perceived Problems of Curriculum Implementation in Tertiary Institutions in Cross River State of Nigeria. *Journal of Education and practice*, 6(19), 145-151 .
- Olsen, S. I., Fantke, P., Laurent, A., Birkved, M., Bey, N., & Hauschild, M. Z. (2018). Sustainability and LCA in engineering education-a course curriculum. *Procedia Cirp*, 69, 627-632 .
- Pak, K., Polikoff, M. S., Desimone, L. M., & Saldívar García, E. (2020). The adaptive challenges of curriculum implementation: Insights for educational leaders driving standards-based reform. *Aera Open*, 6(2), 2332858420932828 .
- Rau, G. (2021). Development of component analysis to support a research-based curriculum for writing engineering research articles. *English for Specific Purposes*, 62, 46-57 .
- Sadeghi Mandi, F. (2017). Internal evaluation and quality of improvement of the curriculum in engineering departments. *Iranian Journal of Engineering Education*, 18(72), 45-67. <https://doi.org/10.22047/ijee.2016.40> ۴۶۷
- Tilley, E., Peters, J., & Mitchell, J. (2014). Teaching self-awareness, diversity and reflection to support an integrated engineering curriculum augmented with problem and scenario-based learning. http://www.sefi.be/?page_id=5176 ,
- قلمکاری، مهان، نوربان، محمد، مسعودی ندوشن، عصمت، و نوروزی، داریوش. (۱۳۹۸). اعتبارسنجی مولفه های انتظارات دانشجویان دکتری از آموزش عالی. مطالعات آموزش و یادگیری (علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز)، ۲۱(پیاپی ۷۷-۲)، ۴۹-۲۱.
- کریمی، مرضیه، جعفری نیا، غلامرضا و امانی، مرتضی . (۱۳۹۳). بررسی رابطه انعطاف پذیری استادان و یادگیری فعال دانشجویان فصلنامه آموزش مهندسی /یران/ doi: 39-57. 16(64), 10.22047/ijee.2015.7952
- Abdulwahed, M., & Nagy, Z. K. (2009). Applying Kolb's experiential learning cycle for laboratory education. *Journal of engineering education*, 98(3), 283-294 .
- Ballesteros, M. Á., Sánchez, J. S., Ratkovich, N., Cruz, J. C., & Reyes, L. H. (2021). Modernizing the chemical engineering curriculum via a student-centered framework that promotes technical, professional, and technology expertise skills: The case of unit operations. *Education for Chemical Engineers*, 35, 8-21 .
- Basow, S. A., & Gaugler, T. (۲۰۱۷). Predicting adjustment of US college students studying abroad: Beyond the multicultural personality. *International Journal of Intercultural Relations*, 56, 39-51 .
- Bediako, S. (2019). Models and concepts of curriculum implementation, some definitions and influence of implementation. *Unpublished Manuscript, University of Cape Coast* .
- Bell, S., Galilea, P., & Tolouei, R. (2010). Student experience of a scenario-centred curriculum. *European Journal of Engineering Education*, 35(3), 235-245 .
- Borah, D., Malik, K., & Massini, S. (2019). Are engineering graduates ready for R&D jobs in emerging countries? Teaching-focused industry-academia collaboration strategies. *Research Policy*, 48(9), 103837 .
- Chowdhury, H., Alam, F., & Mustary, I. (2019). Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. *Energy Procedia*, 160, 806-811 .
- Conrad, C. F., & Pratt, A. M. (1983). Making decisions about the curriculum: From metaphor to model. *The Journal of Higher Education*, 54(1), 16-30 .
- Fry, H., & Ketteridge, S. (2009). and Stephanie Marshall. *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education*, 8 .

Van den Beemt, A., Groothuijsen, S., Ozkan, L., & Hendrix, W. (2023). Remote labs in higher engineering education: engaging students with active learning pedagogy. *Journal of Computing in Higher Education*, 35(2), 320-340 .

Yob, I. M., Danver, S. L., Kristensen, S., Schulz, W., Simmons, K., Brashen, H. M., Sidler Krysiak, R., Kiltz, L., Gatlin, L., & Wesson, S. (2016). Curriculum alignment with a mission of social change in higher education. *Innovative higher education*, 41, 203-219 .

Factor Analysis and Structural Equation Modeling of the Curriculum Delivery Model for Laboratory Courses in Technical and Engineering Fields

Abstract

This study aimed to evaluate an effective curriculum delivery model for laboratory courses in technical and engineering disciplines within higher education institutions. The research is applied in purpose, quantitative in data, and cross-sectional survey in execution. The statistical population included undergraduate students in technical engineering fields, of which a random sample of 388 participants took part in the study. For model fit assessment, indices such as the chi-square to degrees of freedom ratio, root mean square error of approximation (RMSEA), incremental fit index (IFI), and goodness-of-fit index (GFI) were employed. Results indicated an acceptable model status from the perspective of the students: RMSEA was 0.08 and GFI was 0.80, indicating acceptable evaluation, while IFI at 0.96 and the chi-square to degrees of freedom ratio at 1.46 represented a favorable assessment of the model by the students.

Keywords: Engineering Education, Practical Courses, Curriculum, Higher Education