پیاده‌سازی یک روش آموزش مهندسی در زمان محدود: مطالعهٔ موردی کارگاه اتومکانیک عمومی دانشگاه صنعتی شریف

صیاد نصیری[۱]، شهریار کابلی[۲] و بهروز خطیبی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۲/۱۱ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۵/۳

DOI: 10.22047/ijee.2026.579953.2244

DOR: 20.1001.1.16072316.1405.28.110.6.3

چکیده: توسعهٔ فزایندهٔ فنّاوری‌های مختلف در دنیای امروز امری اجتناب‌ناپذیر است. انتقال حجم انبوه اطلاعات به دانشجویان و عمق بخشیدن به فرایند یادگیری در زمان محدود، ازطریق روش‌های آموزش سنتی، دشوار و گاه غیرممکن است. علت آن است که میزان محتویات و سرفصل‌های آموزش روبه‌افزایش است ولی نمی‌توان متناسب با آن، زمان آموزش را از محدودهٔ استانداردشده افزایش داد. هدف از این پژوهش پیاده‌سازی یک روش آموزش مهندسی و مهارتی در زمان محدود است تا بتوان حجم مشخصی از اطلاعات را در زمان کم به‌صورت تجربی و مهارتی به دانشجویان انتقال داد تا فرایند یادگیری مؤثری ایجاد شود. در این پژوهش ۲۵۳ نفر دانشجو در قالب ۴۸ گروه ۴ تا ۶ نفره مشارکت داشتند. این دانشجویان طی ۶ ساعت آموزشی، ۸ بخش از سیستم‌های خودرو را در ۳ سطح دانش، نگرش و مهارت مورد بررسی، تحلیل و آزمایش قرار دادند و نتایج را در کاربرگ ازپیش طراحی‌شده، ثبت کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که میانگین نمرات کسب‌شده حدود ۰/۸۰ بالاترین نمره، میانگین انحراف معیار سطوح ارزشیابی در سطح قابل قبول و کمتر از ۰/۳ و میزان اثربخشی این روش بر مبنای مقدار اندازه اثر کوهن، برابر ۰/۶۷ است.

واژگان کلیدی: آموزش مهندسی، آموزش مهارتی، اهداف رفتاری، روش آموزش، ارزشیابی

۱- مربی، مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. (نویسندهٔ مسئول). nasiri@sharif.edu
۲- استاد، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. kaboli@sharif.edu
۳- مدرس، مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. khatibi.beh@gmail.com

۱. مقدمه

آموزش مهندسی و مهارتی در دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات پرشتاب فنّاورانه، تغییر نیازهای صنعت و بازنگری در فلسفهٔ آموزش عالی با دگرگونی‌های بنیادین مواجه شده است. رویکردهای سنتی مبتنی بر انتقال دانش یک‌طرفه، دیگر پاسخ‌گوی آموزش فنی و مهارتی برای تربیت نیروی انسانی کارآمد برای محیط‌های پیچیده صنعتی نیستند. ازاین‌رو، حرکت به سوی الگوهای یادگیری فعال، تجربی و مهارت‌محور به یکی از چارچوب‌های غالب در آموزش مهندسی و مهارتی تبدیل شده است. دراین‌میان، درس‌های کارگاهی و عملی به‌عنوان بستر اصلی پیوند دانش نظری با تجربهٔ عینی، نقش کلیدی در توسعهٔ شایستگی‌های حرفه‌ای دانشجویان ایفا می‌کنند. البته شیوهٔ ارائه این درس‌های تجربی بسیار مهم است تا بتوان در زمانی کوتاه، حجم زیادی از آموزش با عمق یادگیری مطلوب را محقق کرد.

کلب (Kolb, 1984) در نظریهٔ یادگیری تجربی، یادگیری را فرایندی چرخه‌ای متشکل از ۴ مرحلهٔ تجربهٔ عینی، مشاهدهٔ تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایش فعال معرفی می‌کند. وی معتقد است یادگیری زمانی عمیق و پایدار خواهد بود که یادگیرنده، شخصاً، درگیر تجربهٔ عملی شود. نتایج پژوهش‌های مبتنی بر این نظریه در آموزش مهندسی نشان داده است که دانشجویان در محیط‌های کارگاهی مبتنی بر چرخهٔ یادگیری تجربی، درک مفهومی عمیق‌تر و توان انتقال دانش بالاتری کسب می‌کنند.

پرینس و فلدر (Prince & Felder, 2006) در یک مطالعه مروری جامع دربارهٔ یادگیری فعال در آموزش مهندسی ارائه کردند که روش‌هایی نظیر یادگیری مبتنی بر مسئله، پروژه و کارگاه عملی موجب افزایش معنادار مشارکت دانشجویان و بهبود عملکرد تحصیلی آنها می‌شود. آنها تأکید کردند که محیط‌های عملی فرصت توسعهٔ مهارت‌های تفکر مهندسی، کارِ گروهی و حل مسئله را فراهم می‌کند.

در راستای پیاده‌سازی یادگیری فعال در محیط‌های کارگاهی، رویکرد یادگیری مبتنی بر مسئولیت[1] به‌عنوان یکی از روش‌های کارآمد شناخته می‌شود. اگرچه راهبرد یادگیری مبتنی بر عملیات، افزایش سطح یادگیری و انجام آموزش‌های مهارتی است ولی تعریف وظایف ساختاریافته و استفاده از کاربرگ‌های هدفمند می‌تواند مشارکت و یادگیری عمیق دانشجویان را افزایش دهد. طراحی و پیاده‌سازی هدفمند آموزش‌های مهارتی و مبتنی بر فعالیت دانشجویان تأثیر زیادی در تعمیق سطح یادگیری و به‌ویژه آموزش‌های زمان‌محدود دارد و اثربخشی آموزش‌های نظری را افزایش می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که این روش آموزش، تأثیر معناداری بر توسعهٔ مهارت حل مسئله، تفکر انتقادی و آمادگی حرفه‌ای و مهارتی دانشجویان دارد (Tembrevilla et al., 2024).

لاوادو ـ انگورا (Lavado-Anguera et al., 2024) مرور ادبیاتی انجام دادند و نقش یادگیری مبتنی بر پروژه را به‌عنوان نوعی از آموزش مهندسی و مهارتی مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش

1- Task-based learning

نشان می‌دهد که پروژه‌های تجربی، عملی و کاربردی باعث افزایش مشارکت فعال دانشجویان می‌شود و زمینهٔ ارتقای سطح مهارت‌های مهندسی و فنی دانشجویان را مهیا می‌سازد. همچنین، پیوند میان پروژه‌های واقعی و نیاز بازار و صنعت به شکل عمیق‌تری برقرار می‌شود و این موضوع سبب می‌شود تا ارزشیابی کارکرد و فعالیت دانشجویان برمبنای شایستگی‌های مهارتی و کاربردی آنها در شرایط واقعی و نه صرفاً آزمون‌های نظری انجام شود. این روش آموزشی برای آموزش حوزه‌های مختلف مهندسی، که از حجم زیاد اطلاعات و گستردگی دانش برخوردار است، مفید خواهد بود.

در حوزهٔ طراحی آموزشی، بگز در نظریهٔ «هم‌ترازی سازنده» بیان می‌کند که اهداف یادگیری، فعالیت‌های آموزشی و روش‌های ارزشیابی باید هم‌راستا طراحی شوند. براین‌اساس، در آموزش‌های مهارتی نمی‌توان به ارزشیابی نظری اکتفا کرد و لازم است سنجش عملکرد عملی و فرایندی نیز انجام شود(Biggs & Tang, 2014).

گراهام(Graham, 2018) در گزارش بین‌المللی آیندهٔ آموزش مهندسی، بر ضرورت توسعهٔ آموزش‌های مهارتی فشرده متناسب با محدودیت زمان در برنامه‌های درسی تأکید می‌کند. وی بیان می‌کند که افزایش حجم محتوای مهندسی دربرابر محدودیت ساعت‌های آموزشی، نیازمند طراحی ابزارهای یادگیری هدایت‌گر و ساختاریافته است.

شیوارامو و همکاران(Shivaramu et al., 2025) تأثیر فعالیت‌های یادگیری مبتنی بر انجام کار تجربی و عملی بر کارکرد تحصیلی دانشجویان مهندسی را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش، که آموزش مبتنی بر انجام امور تجربی بوده است، مواردی همچون سطح فعالیت آموزشی، کیفیت درک مطالب، ارتباط یادگیری بین درس‌های مختلف، مهارت حل مسئله، میزان اشتیاق حضور در کلاس و نتایج ارزشیابی مدنظر بوده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که نمرات ارزشیابی و میزان رضایت دانشجویانی، که در فعالیت‌های تجربی و عملی حضور داشته‌اند، در سطح بالاتری قرار داشته است.

مهتا و همکاران(Mehta & Mehta, 2025). پژوهشی برمبنای مدل فرایند یادگیری کلب و تأثیر آموزش تجربی بر سطح یادگیری انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آموزش چندوجهی و مرکب، به نحوی که شامل عواملی همچون تجربهٔ عینی، مفهوم‌سازی و آزمایش فعال باشد، باعث تعمیق یادگیری می‌شود و پایداری آموخته‌ها را افزایش می‌دهد. علاوه بر آن، سرعت بازخورد در فعالیت‌های مهارتی افزایش می‌یابد و نتایج یادگیری را به‌طور معناداری بهبود می‌بخشد.

سالیناس و همکاران(Salinas-Navarro et al., 2023) تأثیر فضای رقمی/ دیجیتال بر آموزش مهندسی را مورد بررسی قرار داده‌اند. ترکیب ابزارهای نرم‌افزاری با فعالیت‌های تجربی و عملی باعث افزایش تعامل دانشجویان طی فرایند یادگیری می‌شود. بدین منظور ترکیبی از آموزش حضوری و نرم‌افزاری برمبنای فعالیت‌های تجربی و عملی، ارتقای مهارت‌های فنی و مهندسی و تعمیق سطح یادگیری را به دنبال خواهد داشت.

السدون(Elsdon, 2025) به نقش آموزش تجربی و عملی گروهی در آموزش مهندسی پرداخته است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ایجاد گروه‌های کاری در آموزش‌های مهندسی و مهارتی باعث توسعهٔ مهارت‌های ارتباطی و توانمندسازی سطح رهبری دانشجویان می‌شود. از سویی اعتمادبه‌نفس دانشجویان در انجام امور مهارتی و مهندسی ارتقا می‌یابد و ساختارسازی در گروه‌های کاری نیز تقویت می‌شود.

صادقی‌تبار(Sadeghi Tabar, 2024) تأثیر کارگاه‌های پیش‌نیاز را بر ارتقای یادگیری آموزش اصلی مورد بررسی قرار داده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد دانشجویانی، که در کارگاه‌های مقدماتی پیش‌نیاز شرکت کرده‌اند، فعالیت‌های عملی و تجربی بهتری دارند. طراحی هدفمند کارگاه‌های پیش‌نیاز، زمان آموزش اصلی را بهینه می‌کند و افزایش معنادار درک مفاهیم را به دنبال دارد.

اوگونبوت و همکاران(Ogunbote et al., 2025) به تأثیر تجهیزات و ابزار موردنیاز در آموزش بر توسعهٔ آموزش‌های مهندسی و مهارتی دانشجویان پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از ابزار و تجهیزات مناسب و کافی، باعث کاهش زمان آموزش می‌شود و علاوه بر افزایش کیفیت آموزش، جذابیت یادگیری را ارتقا می‌دهد و باعث افزایش میزان دقت و سطح اعتمادبه‌نفس دانشجویان می‌شود.

موسیبادین و همکاران(Musibaudeen et al., 2021) مدلی ترکیبی برای آموزش مبتنی بر کارگاه ارائه کردند. مدل پیشنهادی شامل آموزش مهارتی و عملی، کارآفرینی و ارزیابی مهارتی است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمایل و رغبت دانشجویان به انجام امور مهارتی و عملی بیشتر است و در محیط کارگاهی و عملی مشارکت بیشتری می‌کنند.

کابلی و همکاران(Kaboli et al., 2022) پژوهشی دربارهٔ نحوهٔ اجرای پروژه‌محور درس کارگاه عمومی به‌عنوان ایجاد شرایطی برای نمایش دورنمای مشاغل مرتبط با حوزه‌های مهندسی انجام دادند. آنها با طراحی یک پروژهٔ ساخت موتور الکتریکی به‌عنوان موضوعی بین‌رشته‌ای، فعالیت‌های مهارتی را در کارگاه‌های مختلف تعریف کردند و با این شیوه تلاش کردند تا دانشجویان علاوه بر انجام امور مهندسی و مهارتی، با دورنمای مشاغل مرتبط به حوزه‌های مهندسی آشنا شوند.

در این پژوهش طراحی، تدوین و پیاده‌سازی یک روش آموزش مهندسی و مهارتی در زمان محدود برای درس کارگاه اتومکانیک عمومی در مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی دانشگاه صنعتی شریف انجام شده است. این مقاله یک پژوهش شبه‌تجربی با طرح مقایسهٔ دو گروه مستقل (روش سنتی دربرابر روش جدید) است. در این پژوهش از مدل یادگیری د.ن.م(دانش، نگرش و مهارت) یا KAS[1] استفاده شده است. مدل KAS آموزش مبتنی بر شایستگی است و برگرفته از چارچوب نظری حوزه‌های یادگیری در

1- Knowledge, attitude, skills

طبقه‌بندی بلوم[1] است. مهم‌ترین دغدغه و وجه تمایز این پژوهش ارائهٔ راهکاری مناسب برای انتقال مؤثر حجم بسیار زیاد اطلاعات در زمان محدود و ارزیابی در ۳ سطح دانش، نگرش و مهارت در حوزهٔ فنی خودرو است. در این درس ۸ بخش مختلف خودرو در زمان محدود ۶ ساعت آموزشی (دو جلسهٔ سه‌ساعته) به دانشجویان (عمدتاً دانشجویان نوورود) رشته‌های تحصیلی مختلف دانشگاه صنعتی شریف ارائه می‌شود تا دانشجویان به‌طور عینی با یک محصول بین‌رشته‌ای آشنا شوند. در این پژوهش ۸ بخش از سیستم‌های مختلف خودرو انتخاب شده و برای هر بخش ادوات و تجهیزاتی طراحی و تأمین شده است. هر گروه از دانشجویان پس از انجام آزمون‌های مختلف، نتایج کار خود را در کاربرگ ازپیش طراحی‌شده وارد کرده و ارزیابی دانشجویان برمبنای کاربرگ تکمیل شده، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. دانشجویان در این درس شش‌ساعته (دو جلسه سه‌ساعته)، پس از گذشت نیمی از زمان کلاس، احساس خستگی و بی‌حوصلگی زیادی می‌کردند. در این پژوهش تلاش شد به این پرسش پاسخ داده شود که اگر حتی فعالیت کارگاهی دانشجویان به‌صورت تعاملی درآید، بر علاقهٔ آنها تا چه میزان تأثیر خواهد گذاشت.

۲. نیازسنجی

مخاطبان کارگاه عمومی شامل دانشجویان رشته‌های علوم پایه و مهندسی شامل رشته‌های فیزیک، ریاضی، شیمی، مهندسی و علم مواد، مهندسی برق، مهندسی هوافضا، مهندسی شیمی و نفت و غیره هستند. این کارگاه از ۵ کارگاه اتومکانیک، جوشکاری، ماشین ابزار، مدل‌سازی و برق تشکیل شده است. هر دانشجو در هر کارگاه طی ۲ جلسهٔ سه‌ساعته آموزشی به کسب دانش، تجربه و مهارت می‌پردازد. در کارگاه اتومکانیک دانشجویان باید با خودرو به‌عنوان یک محصول مهندسی و صنعتی‌شده آشنا شوند. باتوجه‌به تنوع حوزه‌های مختلف خودرو و حجم زیاد مطالب قابل‌طرح در این کارگاه، امکان تحقق اهداف رفتاری با استفاده از روش‌هایی همچون سخنرانی، اسلایدهای آموزشی و نمایش فیلم امکان‌پذیر نیست و استفاده از روش‌های سنتی آموزش، باعث کسالت و خستگی فرایند آموزش برای استاد و دانشجو می‌شود. لذا طراحی و تدوین یک برنامهٔ آموزشی کاربردی که قادر باشد حوزه‌های مختلف خودرو را در کوتاه‌مدت به دانشجویان در فضایی پویا، جذاب و خلاقانه ارائه دهد و اثربخشی آموزشی را ارتقا دهد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین منظور، از حوزهٔ بسیار وسیع خودرو، که شامل بیش از ۲۰ هزار قطعه و در قالب ۸ سیستم و سازوکار مختلف است، بخش‌هایی با اولویت کاربردی بالاتر انتخاب شدند. از آنجا که این دانشجویان در ادامهٔ کارگاه‌های جوشکاری، ماشین ابزار، مدل‌سازی و برق را نیز طی می‌کنند، لذا سرفصل موردبحث در کارگاه اتومکانیک عمومی مطابق جدول ۱ به نحوی تهیه و تدوین شد تا کمترین تداخل با سرفصل سایر کارگاه‌ها داشته باشد.

1- Bloom's Taxonomy

جدول ۱. سرفصل موارد تدریس‌شده در کارگاه اتومکانیک عمومی به همراه سطوح ارزیابی و زمان و محل انجام آنها

ردیف	سیستم	موضوع	سطح یادگیری			زمان(دقیقه)	محل انجام
			دانش	نگرش	مهارت		
۱	سرویس‌های ادواری	مشاهده				۴۲	کارگاه/ منزل
		اندازه‌گیری					
		محاسبات					
		تحلیل					
		راستی‌آزمایی					
۲	سیستم‌های ایمنی	حل مسئله				۳۰	کارگاه/ منزل
۳	تعلیق	شناخت قطعات				۳۰	کارگاه
		نحوهٔ کارکرد و سازوکار حرکتی					
		اندازه‌گیری ابعادی					
		محاسبات					
		تست تجربی					
		راستی‌آزمایی					
۴	ترمز	شناخت قطعات				۲۴	کارگاه
		نحوهٔ کارکرد و سازوکار حرکتی					
		اندازه‌گیری ابعادی					
		محاسبات					
		تست تجربی					
		راستی‌آزمایی					
۵	جعبه‌دندهٔ اتوماتیک	شناخت قطعات				۴۸	کارگاه
		نحوهٔ کارکرد و سازوکار حرکتی					
		اندازه‌گیری ابعادی					
		محاسبات					
		تست تجربی					
		راستی‌آزمایی					
۶	بدنه	ساخت				۱۸	منزل
۷	جعبه‌دندهٔ دستی	شناخت قطعات				۶۰	کارگاه
		نحوهٔ کارکرد و سازوکار حرکتی					
		اندازه‌گیری ابعادی					
		محاسبات					
		تست تجربی					
		راستی‌آزمایی					
۸	موتور احتراق داخلی	شناخت قطعات				۴۸	کارگاه
		نحوهٔ کارکرد و سازوکار حرکتی					
		اندازه‌گیری ابعادی					
		محاسبات					
		تست تجربی					
		راستی‌آزمایی					

۳. مقایسهٔ روش اجرای آموزش سنتی پیشین با روش اجرای آموزش جاری

هدف از درس کارگاه عمومی آشنایی دانشجویان با اصول حرفهٔ مهندسی، کار با ابزارهای مختلف و کسب مهارت در ابتدای شروع تحصیلات دانشگاهی است. این دانشجویان که بیشتر نوورود هستند و با دیپلم ریاضی ـ فیزیک وارد دانشگاه شده‌اند و به تحصیل در رشته‌های علوم پایه یا مهندسی مشغول می‌شوند. این دانشجویان چون پیش از شروع دورهٔ تحصیلی دانشگاهی، عمدتاً با امور مهارتی، فنی و مهندسی در ارتباط نبوده‌اند، لذا درس کارگاه عمومی می‌تواند نقطهٔ شروع مناسبی باشد تا در فضای کارگاهی و عملی با ۵ حوزهٔ مختلف صنعت شامل خودرو، برق، ماشین ابزار، جوشکاری و مدل‌سازی آشنا شوند و مهارت‌های اولیه را طی یک درس کارگاهی یک‌واحدی و طی ۳ ساعت در هفته کسب کنند.

مطابق شکل ۱ در روش پیشین آموزش کارگاه اتومکانیک عمومی، تمام مدت زمان آموزش با سخنرانی مدرس، نمایش فیلم، پویانمایی و تصویر و همچنین نمایش قطعات واقعی طی می‌شد. در این روش دانشجویان تنها نظاره‌گر نحوهٔ آموزش به شیوهٔ سنتی بودند و مشکلات زیر را به همراه داشت:

- ارائهٔ حجم زیاد مطالب در زمان کوتاه به‌صورت غیرفعال
- نشستن و نظاره‌گر بودن دانشجویان در طی مدت ارائهٔ آموزش
- خستگی، حواس‌پرتی و کسالت دانشجویان
- تلاش زیاد مدرس برای کنترل کلاس
- خستگی زیاد مدرس
- ارزیابی غیرفعال ازطریق آزمون تستی پایان ترم

شکل ۱. کلاس آموزش در روش پیشین کارگاه اتومکانیک عمومی

در روش جدید آموزش فقط ۰/۱۱ از زمان آموزش به سخنرانی مدرس پرداخته می‌شود. در ۰/۸۹ از زمان باقی‌مانده، دانشجویان محوریت پیشبرد فرایند آموزش را بر عهده دارند. در این مدت زمان، دانشجویان با انجام فعالیت‌های کارگاهی گوناگون به کسب دانش، مهارت و تجربه می‌پردازند. این شیوهٔ آموزش می‌تواند مزایای زیر را به همراه داشته باشد:

- محوریت آموزش در این روش دانشجو است و نه مدرس
- خستگی ذهنی و جسمی مدرس کاهش می‌یابد
- فضای پویاتری در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد
- قابلیت حل مسئله و تفکر نقادانه در طی مسیر آموزش برای دانشجویان فراهم می‌شود
- ارزیابی درس به‌صورت فعال و باتوجه‌به فعالیت واقعی دانشجویان طی فرایند آموزش میسر می‌شود

۴. برنامه‌ریزی

برنامه‌ریزی نحوهٔ اجرای آموزش مهم‌ترین بخش از آموزش‌های مهارتی، فشرده و کوتاه‌مدت است. اجرای فرایند آموزش بدون تأمین و تدوین محتوای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری میسر نیست. برنامه‌ریزی اجرای آموزش کمک می‌کند تا دستیابی دقیق به اهداف رفتاری دورهٔ آموزشی امکان‌پذیر گردد. لذا برنامه‌ریزی اجرای کارگاه اتومکانیک عمومی مطابق فرایند زیر انجام شد.

۴-۱. تدوین مستندات آموزشی

محتوای آموزشی موردنیاز برای کارگاه اتومکانیک عمومی در قالب ۱۹ فصل مجزا تهیه و تدوین شد و ازطریق صفحهٔ برخط درس در اختیار دانشجویان قرار گرفت. استفاده از سامانهٔ برخط کمک می‌کند تا دانشجویان به‌راحتی به محتوای موردنیاز دسترسی داشته باشند و از سویی با استفاده از تصاویر رنگی و متنوع، محتوا و مفاهیم آموزشی جذاب‌تر و ساده‌تری را در اختیار آنها قرار می‌دهد. همچنین، تغییرات موردنیاز در محتوای آموزشی به‌راحتی امکان‌پذیر است و از این نقطه نظر، دانشجویان بی‌معطلی و آسان‌تر به محتوای ویرایش‌شده دسترسی پیدا می‌کنند.

جدول ۲ سرفصل محتوای این ۱۹ فصل آموزش کارگاه اتومکانیک عمومی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. سرفصل محتوای کارگاه اتومکانیک عمومی

ردیف	سیستم	عنوان	هدف
۱	سرویس‌های ادواری	تاریخچه و دسته‌بندی خودرو	سیر تکامل خودرو و معرفی سازوکارهای آن
۲	سیستم‌های ایمنی	سیستم‌های حفظ ایمنی سرنشین	شناخت مفاهیم ایمنی فعال و غیرفعال
۳	سیستم تعلیق	سازوکارهای کنترل خودرو	شناخت اجزا و کارکرد سیستم تعلیق از نقطه‌نظر سازوکاری و ارتعاشی
		سازوکارهای هدایت خودرو	شناخت اجزا و کارکرد سیستم فرمان
۴	سیستم ترمز	سیستم کنترل سرعت خودرو	شناخت اجزا و کارکرد سیستم ترمز
۵	جعبه‌دندهٔ اتوماتیک	جعبه‌دندهٔ اتوماتیک (AT[1])	شناخت اجزا و کارکرد مبدل گشتاور و جعبه‌دندهٔ اتوماتیک
		جعبه‌دندهٔ دوکلاچه (DCT[2])	شناخت اجزا و کارکرد جعبه‌دندهٔ دوکلاچه
		جعبه‌دندهٔ متغیر پیوسته (CVT[3])	شناخت اجزا و کارکرد جعبه‌دندهٔ متغیر پیوسته
۶	بدنه	سیستم‌های حفظ ایمنی سرنشین	ارتقای ایمنی سرنشین، سبک‌سازی و مقاوم‌سازی با هزینه کم
۷	جعبه‌دندهٔ دستی	چیدمان سیستم انتقال قدرت	آشنایی با چیدمان و اجزای سیستم انتقال قدرت
		سیستم کلاچ خودرو	شناخت اجزا و کارکرد سازوکارکلاچ خشک
		جعبه‌دندهٔ دستی	شناخت اجزا و کارکرد جعبه‌دنده دستی
		میل‌گاردان و دیفرانسیل	شناخت اجزا و کارکرد میل‌گاردان، دیفرانسیل و پلوس
۸	موتور احتراق داخلی	اجزای موتور احتراق داخلی	شناخت قطعات موتور احتراق داخلی پیستونی
		نحوهٔ کارکرد موتورپیستونی و دوار	آشنایی با سازوکار تبدیل انرژی
		میل‌لنگ و یاتاقان	آشنایی با سازوکار تبدیل سرعت خطی به سرعت دورانی، نیرو به گشتاور و برعکس
		پیستون و سیلندر	آشنایی با مفاهیم تبدیل فشار، نیرو و آب‌بندی
		مدار روغن‌کاری	آشنایی با مفاهیم روان‌کاری
		مدار خنک‌کاری	آشنایی با نحوهٔ خنک کردن قطعات
		سیستم مدیریت موتور	آشنایی با مفاهیم احتراق کامل و ناقص

1- Automatic transmission 2- Dual clutch transmission 3- Continuously variable transmission

لازم به توضیح است که موارد ذکرشده در این ۱۹ فصل صرفاً به‌منظور کمک به دانشجویان در راستای انجام فعالیت‌های مرتبط با آموزش مبتنی بر فعالیت آنهاست. ارزیابی نظری از این ۱۹ فصل صورت نمی‌گیرد و مطالعهٔ آن داوطلبانه و براساس علاقه و نیاز دانشجویان است.

۴-۲. طرح درس

انجام منظم، هدفمند و بدون اتلاف زمان و انرژی برنامهٔ آموزش، ملزم به داشتن برنامهٔ طرح درس مدون و جامع است و بدون آن احتمال موفقیت در اجرای برنامهٔ آموزش، دچار نقصان جدی می‌شود. با استفاده از برنامهٔ طرح درس می‌توان تنظیمات لازم در حوزهٔ دانش، حل مسئله، نگرش و مهارت را انجام داد. با در اختیار داشتن طرح درس، اجرای آموزش توسط مدرسان مختلف و دستیابی به اهداف یکسان باتوجه‌به زمان، اهداف رفتاری و تجهیزات موردنیاز را تسهیل می‌کند (Enzebati & Hojjat Panah, Montazer, 2013).

در این پژوهش مطابق جدول ۳ برنامهٔ طرح درس کارگاه اتومکانیک عمومی طراحی و مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۳. برنامهٔ طرح درس

برنامهٔ طرح درس آموزش کارگاه اتومکانیک عمومی										
نام مدرس:				شماره گروه:		تعداد دانشجویان:		تاریخ:		
ردیف	روز	جلسه	رئوس مطالب	اهداف جزئی و رفتاری نظری	وسایل کمک‌آموزشی	زمان (دقیقه)	اهداف جزئی و رفتاری عملی	زمان (دقیقه)	وسایل کمک‌آموزشی، ابزار و تجهیزات	درصد خطا
۱										
۲										
جمع										

۴-۳. تخصیص زمان برگزاری کارگاه

تخصیص زمان برگزاری کارگاه اتومکانیک عمومی براساس سرفصل مصوب دانشگاه، یک واحد عملی است که معادل ۳ ساعت آموزشی ۱۵۰ دقیقه در هر جلسه است و برای کارگاه اتومکانیک ۲ جلسه

معادل ۶ ساعت آموزشی طی یک ترم در نظر گرفته شده است. بنابراین زمان تخصیص‌یافته به برنامهٔ آموزشی کارگاه اتومکانیک عمومی معادل ۳۰۰ دقیقه است و در این زمان به انضمام بخشی از زمانی، که دانشجویان در منزل صرف می‌کنند، باید تمام سرفصل و رئوس مطالب آموزشی این کارگاه مورد مطالعه، بررسی، مشاهده، تحلیل، آزمون، راستی‌آزمایی و ثبت نتایج قرار گیرد. همانگونه که ملاحظه می‌شود، در این زمان کوتاه و با حجم بسیار زیاد مطالب، روش ارائهٔ درس بسیار حائز اهمیت است تا بتوان به اهداف رفتاری آموزش دست یافت.

۴-۴. تأمین فضای مناسب و تجهیزات آموزشی

در این شیوهٔ آموزشی دانشجو به‌عنوان فعال‌ترین بخش آموزش محسوب می‌شود و مدرس تنها اصول و نحوهٔ انجام کار را بیان می‌کند و دانشجویان را در دستیابی به نتایج درست راهنمایی می‌کند. بیشترین حجم فعالیت بر عهدهٔ دانشجویان و به‌صورت تجربی است. دانشجویان هر کلاس به شکل کاملاً تصادفی به ۴ گروه چهار، پنج و نهایتاً شش‌نفره تقسیم می‌شوند و به هر گروه یک میز کار، ادوات، تجهیزات و کاربرگ مطابق شکل‌های ۲ و ۳ تحویل داده می‌شود.

شکل ۲. محل آموزش روش جدید کارگاه اتومکانیک عمومی

شکل ۳ تجهیزات و ادوات آموزشی هر گروه از دانشجویان را نشان می‌دهد.

۱. سرسیلندر ۲. سیلندر ۳. سازوکار داخلی موتور احتراق داخلی ۴. جعبه‌دندهٔ دستی ۵. میل‌سوپاپ و دنده‌تایم
۶. چرخ‌دنده ساده ۷. دیسک ترمز ۸. کالیپر ترمز ۹. مجموعه چرخ‌دندهٔ خورشیدی ۱۰. مفصل کروی(سیبک)
۱۱. کمک‌فنر ۱۲. جرم و فنر ۱۳. انواع فنر ۱۴. فنر و کمک فنر بدون روغن ۱۵. لیوان فلزی
۱۶. کاربرگ ۱۷. نیروسنج ۱۸. کاغذ PH ۱۹. خطکش فلزی ۲۰. تایر

شکل ۳. تجهیزات و ادوات آموزشی موردنیاز هر گروه

جدول ۴ تجهیزات و ادوات آموزشی هر گروه از دانشجویان را نشان می‌دهد. در این جدول دیدگاه موردانتظار هر بخش ذکر شده است. در این شیوهٔ آموزشی سعی بر این بوده است که دانشجویان بیشتر با تجهیزات و ادوات صنعتی آشنا شوند و میزان تجهیزات کمک‌آموزشی به حداقل ممکن برسد تا فضای صنعتی در معرض استفاده و کاربرد دانشجویان قرار گیرد.

جدول ۴. تجهیزات و ادوات آموزشی هر گروه از دانشجویان

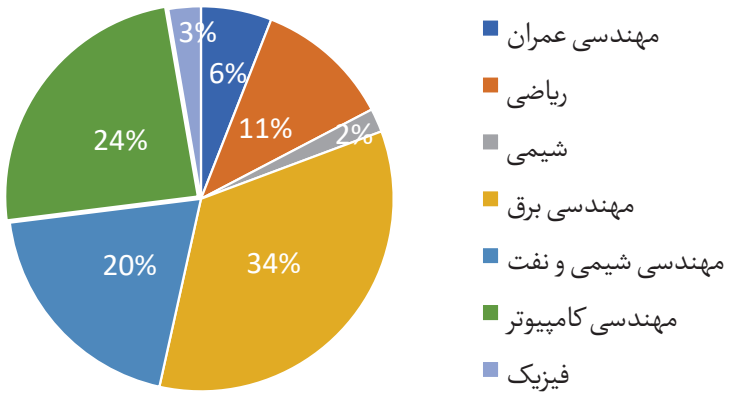
ردیف	موضوع	حوزه کاربرد	تعداد
۱	موتور احتراق داخلی تک‌سیلندر	صنعتی	۱
۲	جعبه‌دندهٔ چهارسرعته	صنعتی	۱
۳	مجموعهٔ خورشیدی	صنعتی	۱
۴	جرم و فنر	کمک آموزشی	۱
۵	دیسک ترمز	صنعتی	۱
۶	کالیپر ترمز	صنعتی	۱
۷	کمک‌فنر	صنعتی	۱
۸	خطکش فلزی	صنعتی	۱
۹	نیروسنج	صنعتی	۱
۱۰	کاغذ PH	صنعتی	۵
۱۱	لیوان فلزی	کمک‌آموزشی	۱
۱۲	خودرو برای کل کلاس	صنعتی	۱
۱۳	کاربرگ ثبت نتایج	عمومی	۱

۴-۵. آموزش مدرس

پیش‌ازاین، روش تدریس برمبنای فعالیت مدرس کارگاه انجام می‌شد. مدرس با انجام سخنرانی، نمایش فیلم، پویانمایی، تصویر، استفاده از شبیه‌سازهای آموزشی و لوازم یدکی واقعی، فرایند آموزش را هدایت می‌کرد. لذا دستیابی به اهداف رفتاری آموزش در این شیوه رابطه‌ای جدی و مستقیم با نحوهٔ تدریس مدرسان داشت. در روش جاری، پیش‌از شروع ترم تحصیلی، جلسات توجیهی متعددی برگزار شد تا مدرسان با هدف این شیوه و اهداف رفتاری آموزش آشنا شوند. پس از آن تمرین‌های آموزشی با مدرسان مختلف برگزار شد تا مشکلات این شیوه استخراج شده و پس از رفع نواقص، روش آموزش یکسان‌سازی شود. در جریان این تمرین‌ها مشکلات موجود در فرایند آموزش مورد بررسی و بحث قرار گرفت و قالب نهایی فرایند آموزش به نحوی استخراج شد تا با تغییر مدرس، تغییر ملموسی هم در دستیابی به اهداف رفتاری نداشته باشد. البته ازآنجاکه محوریت فرایند آموزش در این شیوه فعالیت دانشجویان است، لذا روش کار مدرس در این شیوه از اهمیت کمتری برخوردار است و فعالیت دانشجویان کمک شایانی به دستیابی بیشتر به اهداف رفتاری می‌کند.

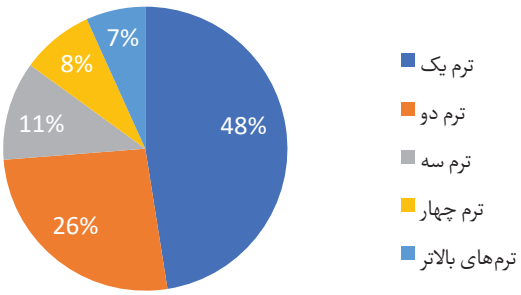
۵. جامعهٔ آماری

در این پژوهش ۲۵۳ نفر از دانشجویان درس کارگاه عمومی مشارکت داشتند. درصدِ مشارکت دانشجویان از دانشکده‌های مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. درصد مشارکت دانشجویان دانشکده‌های مختلف

همهٔ دانشجویانی، که درس کارگاه عمومی را اخذ می‌کنند، در مقطع کارشناسی درحال تحصیل‌اند. شکل ۵ توزیع جمعیت آماری براساس ترم‌بندی دانشجویان مشارکت‌کننده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

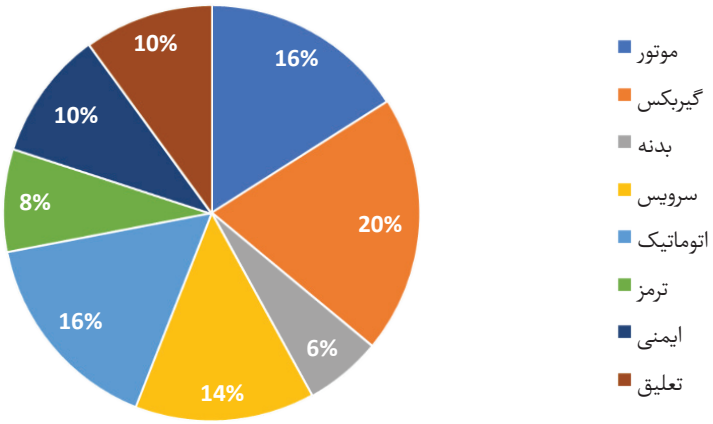


شکل ۵. توزیع جمعیت آماری بر اساس ترم تحصیلی

جمعیت آماری مشارکت‌کننده در این پژوهش شامل ۰/۲۴/۵ دختران و ۰/۷۵/۵ پسران بوده است.

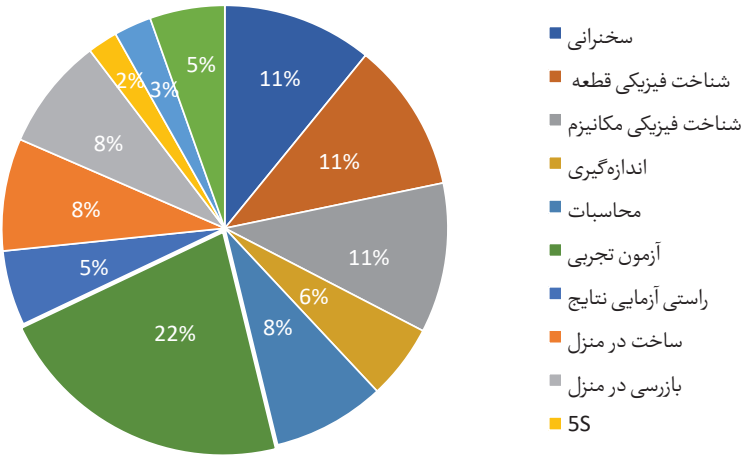
۶. شیوهٔ اجرا

نحوهٔ زمان‌بندی اجرای کارگاه اتومکانیک عمومی برای ۲ جلسهٔ سه‌ساعته، مطابق شکل ۶ است.



شکل ۶. زمان‌بندی اجرای ۲ جلسهٔ سه‌ساعتهٔ کارگاه اتومکانیک عمومی

فعالیت‌های موردانتظار در هر عنوان از سرفصل محتوای کارگاه اتومکانیک عمومی مطابق شکل ۷ است.



شکل ۷. فعالیت‌های انجام‌شده در کارگاه اتومکانیک عمومی

۷. معیارهای ارزشیابی

ارزشیابی در آموزش‌های مهندسی و مهارتی، فرایندی نظام‌مند و هدفمند است که با هدف سنجش میزان تحقق اهداف رفتاری یادگیری در حوزه‌های شناختی، نگرشی و مهارتی انجام می‌شود. براساس دیدگاه‌های نوین آموزشی، ارزشیابی اثربخش باید فراتر از سنجش دانش نظری باشد و توانایی دانشجویان در به‌کارگیری آموخته‌ها در دنیای واقعی را نیز مورد ارزیابی قرار دهد. به‌منظور سنجش جامع یادگیری فراگیران، ابزار پژوهش بر پایهٔ ۳ حوزهٔ[1] اصلی یادگیری طراحی شده است. حوزهٔ شناختی[2] بیانگر مفاهیم پایه، دانش و اطلاعات نظری است. حوزهٔ عاطفی[3] که معرف نگرش‌ها، ارزش‌ها، اخلاق حرفه‌ای و غیره است و حوزهٔ روانی ـ حرکتی[4] که بر مهارت‌های عملی و کاربردی، توانایی انجام کار عملی، توانایی انتخاب ابزار مناسب، توانایی کار با ابزار، توانایی عیب‌یابی و رفع عیب متمرکز است. این طبقه‌بندی براساس چارچوب نظری حوزه‌های یادگیری در طبقه‌بندی بلوم تدوین شده است تا اطمینان حاصل شود که هم جنبه‌های ذهنی و هم جنبه‌های مهارتی یادگیری، به طور هم‌زمان، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Bloom et al.,1956).

فضای کار واقعی قیدها و محدودیت‌های خاصی در مورد بودجه، هزینه، زمان، فضا و غیره دارد. ارزیابی واقعی کارکرد دانشجویان زمانی مفید خواهد بود که قادر به اندازه‌گیری توانایی آنها برای چیره شدن بر مشکلات و محدودیت‌های فوق باشد که طبیعتاً در این شرایط دانشجویان فهم درستی از بازار کار واقعی

1- Domain
2- Cognitive
3- Affective
4- Psychomotor

و محدودیت‌های آن پیدا خواهند کرد. رویکرد افراد در مواجهه با مشکلات واقعی شبیه نوع نگرش افراد به مسئله، چگونگی استفاده از داده‌ها و مواد اولیه، چگونگی استفاده از آموخته‌های پیشین، چگونگی حل مسئله و غیره باید در ارزیابی دانشجویان مورد توجه قرار گیرد (Biggs & Tang, 2011).

از سویی در آموزش‌های کوتاه‌مدت، که به کسب مهارت در محیط واقعی کار منجر می‌شود، معمولاً از سطوح ارزشیابی کرک ـ پاتریک[1] شامل ارزشیابی واکنش، ارزشیابی یادگیری، ارزشیابی رفتار و ارزشیابی نتایج استفاده می‌شود(Nasiri & Kaboli, 2022).

اما ازآنجاکه در آموزش دانشگاهی بین ارائهٔ درس‌ها تا کاربرد آنها توسط دانشجو، در صنعت و جامعه، زمان زیادی وجود دارد، لذا تأثیر آموزش‌ها در محیط کار به‌راحتی قابل پیگیری نیست و نمی‌توان از مدل کرک ـ پاتریک برای ارزیابی تأثیر آموزش استفاده کرد. بنابراین در این پژوهش، از رویکرد ارزشیابی مبتنی بر شایستگی[2] استفاده شده است. در این مدل عملکرد واقعی دانشجو محور اصلی قضاوت آموزشی قرار می‌گیرد. در روش پیشین آموزش کارگاه اتومکانیک عمومی، آزمون به صورت نظری و در قالب پرسش‌های چهارگزینه‌ای انجام می‌شد که طبیعتاً، قادر به ارزشیابی سطوح مختلف آموزش نبود.

۷-۱. ارزشیابی حوزهٔ شناختی (دانش نظری)

این حوزه از ارزشیابی بر سنجش میزان درک مفاهیم بنیادی، اصول علمی و توانایی تحلیل و تفسیر مسائل تخصصی تمرکز دارد. ابزارهای مورداستفاده شامل آزمون‌های کتبی، تحلیل سناریوهای فنی و پرسش‌های مسئله‌محور است. شاخص‌های ارزشیابی این حوزه را می‌توان مواردی همچون صحت و دقت علمی مفاهیم، توانایی تحلیل و استدلال منطقی و انسجام ساختار پاسخ‌ها در نظر گرفت(Anderson & Krathwohl, 2001).

۷-۲. ارزشیابی مهارت حل مسئله و تفکر مهندسی

این حوزه از ارزشیابی توانایی دانشجویان را در مواجهه با مسائل واقعی، تصمیم‌گیری فنی، تخمین‌های مهندسی و ارائهٔ راه‌حل‌های مبتنی بر شواهد بررسی می‌کند. برای ارزشیابی این هدف می‌توان معیارهایی همچون تعریف صحیح مسئله، انتخاب راه‌حل‌های علمی و عملی، ارزیابی نتایج و اصلاح فرایند را در نظر گرفت(Jonassen, 2011).

۷-۳. ارزشیابی نگرش حرفه‌ای و شایستگی‌های رفتاری

نگرش حرفه‌ای و شایستگی‌های رفتاری یکی از ارکان آموزش مهندسی و مهارتی محسوب می‌شود. برای

1- Kirkpatrick
2- Competency-Based Assessment

ارزشیابی این حوزه می‌توان شاخص‌هایی همچون مسئولیت‌پذیری، نظم کاری، مشارکت فعال در فرایند یادگیری، رعایت اخلاق حرفه‌ای و توانایی تعامل در کار گروهی را در نظر گرفت(Krathwohl et al., 1964).

۷-۴. ارزشیابی مهارتی (عملکرد عملی)

در آموزش‌های مهندسی مهارت‌های عملی نقش کلیدی در موفقیت یادگیری ایفا می‌کنند. این حوزه ازطریق مشاهدهٔ مستقیم عملکرد دانشجو در انجام فعالیت‌های عملی و پروژه‌های کاربردی ارزیابی شده است. به‌منظور ارزشیابی این بخش، می‌توان معیارهایی مانند اجرای صحیح مراحل عملی، دقت و تسلط در استفاده از ابزارها، توانایی عیب‌یابی، اصلاح خطا و رعایت استانداردهای ایمنی و فنی را موردتوجه قرار داد. برای افزایش روایی ارزشیابی، می‌توان از روبریک‌های[1] تحلیلی و بازبینه[2]های کارکردی استفاده کرد(Gulikers et al., 2004).

در این پژوهش از روبریک ارزشیابی اهداف رفتاری کارگاه اتومکانیک عمومی، که مبتنی بر شایستگی دانشجویان است، مطابق جدول ۵ استفاده شده است. لازم به ذکر است که چون درس کارگاه عمومی از ۵ کارگاه مختلف تشکیل شده است، لذا سهم نمرهٔ هر کارگاه از نمرهٔ پایانی ۴ نمره است و مجموع نمرات ذکرشده در جدول ۵ نیز برابر با ۴ است.

جدول ۵. روبریک تحلیلی ارزشیابی عملکرد دانشجویان

حوزهٔ ارزشیابی	نمره کل	ضعیف(۱)	متوسط(۲)	خوب(۳)	عالی(۴)
دانش نظری	۱/۲	عدم تسلط مفهومی	درک سطحی مفاهیم	درک مناسب با خطای جزیی	تسلط کامل بر مفاهیم و تحلیل عمیق
حل مسئله	۰/۸	ناتوان در حل مسئله	راه حل محدود	راه حل قابل قبول	راه حل خلاقانه
نگرش حرفه‌ای	۰/۴	عدم مشارکت موثر	مشارکت محدود	مشارکت مناسب	مشارکت فعال
مهارت عملی	۱/۶	عدم توانایی اجرا	----	----	اجرای دقیق بدون خطا

به‌منظور دستیابی به ارزشیابی متوازن، وزن‌دهی مطابق جدول ۶ در محاسبهٔ نمرهٔ نهایی اعمال شده است.

جدول ۶. وزن‌دهی سطوح مختلف ارزشیابی

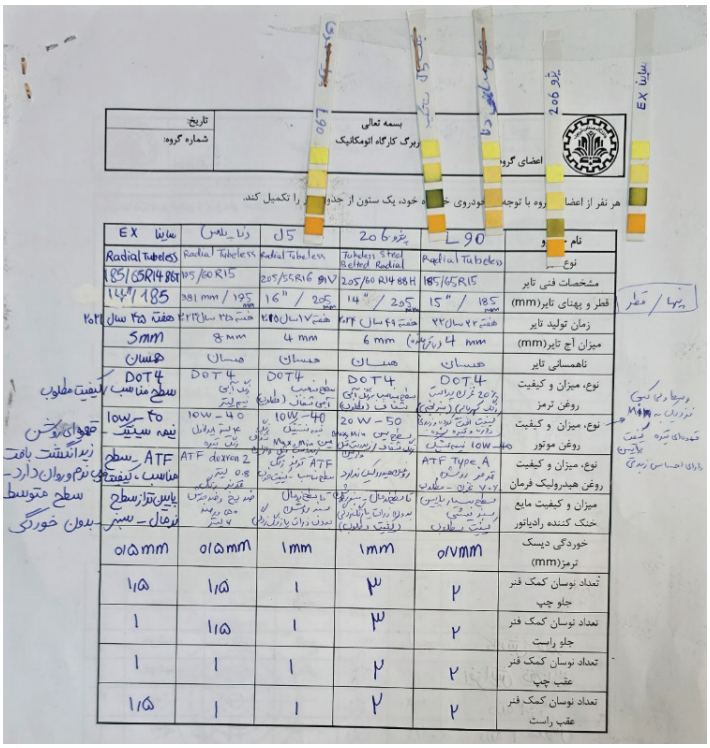
موضوع	دانش نظری	حل مسئله و پروژه	نگرش حرفه‌ای	مهارت عملی
وزن	٪۳۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۴۰

1- Rubric

۲- معادل مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژهٔ «چک‌لیست»

۸. شیوهٔ ارزیابی

شیوهٔ ارزیابی کارگاه اتومکانیک عمومی از حالت سنتی آزمون شفاهی، تشریحی یا چندگزینه‌ای به آزمون مبتنی بر مشاهده، بررسی، محاسبه، آزمون و ارزیابی تبدیل شده است. بدین منظور کاربرگی در اختیار هر گروه قرار گرفت تا نتایج موارد فوق را، که ناشی از فعالیت‌های نظری و تجربی است، در آن درج کنند. بخشی از کاربرگ تکمیل‌شده توسط دانشجویان یک گروه در شکل ۸ قابل مشاهده است.



شکل ۸. بخشی از کاربرگ ارزیابی تکمیل‌شده توسط یک گروه از دانشجویان کارگاه اتومکانیک عمومی

۸-۱. روایی کاربرگ ارزیابی

برای دستیابی به روایی مطلوب کاربرگ ارزیابی کارگاه اتومکانیک عمومی، از ۴ سطح روایی محتوایی، روایی صوری، روایی ساختاری و اجرای آزمایشی استفاده شد. در بخش روایی محتوایی، کاربرگ طراحی‌شده براساس اهداف رفتاری به انضمام فرم ارزیابی روایی محتوایی کاربرگ آموزشی، در اختیار ۵ مدرس خبره قرار گرفت. مقادیر شاخص نسبت روایی محتوایی[1](CVR) (هر پرسش یا موضوع چقدر

1- Content Validity Ratio

ازنظر مدرسان خبره اهمیت دارد و برای ۵ مدرس خبره این ضریب باید بیش از ۰/۹۹ باشد) و شاخص روایی محتوایی[1](CVI) (یعنی هر پرسش یا بخش چقدر ساده، مرتبط و بدون ابهام است و برای ۵ مدرس خبره براساس جدول لاوشه[2] باید بیش از ۰/۷۹ باشد) برای هر بخش از کاربرگ استخراج شد. پس از کسب نتایج، تغییرات در بخش‌های مختلف به نحوی انجام شد تا مقدار CVR و CVI برای هر بخش با درج نظرات ۵ مدرس خبره برابر با یک باشد. پس‌ازآن، اجرای آزمایشی صورت پذیرفت و با کمک گرفتن از ۸ دانشجو و برگزاری آزمایشی این شیوهٔ آموزشی، نتایج کاربرگ ارزیابی این ۸ دانشجو مورد بحث و بررسی قرار گرفت. برمبنای نکات استخراج‌شده از برگزاری آزمایشی، محتویات کاربرگ ویرایش نهایی شد. لازم به ذکر است کاربرگ‌های این ۸ دانشجو توسط ۲ ارزیاب مستقل ارزیابی شد و مقدار ICC[3] یا مقدار پایایی بین ارزیابان برابر با ۰/۸۳ به دست آمد. نتایج کسب‌شده در جدول ۷ نمایش داده شده است.

جدول ۷. نتایج روایی کاربرگ و آزمون برگزاری آزمایشی کارگاه اتومکانیک عمومی

موضوع	مقدار/ تعداد
تعداد مدرس خبره برای بررسی روایی کاربرگ	۵
تعداد مدرس ارزیاب برای نمره‌دهی به ۸ دانشجوی آزمایشی	۲
CVR	۱
I-CVI	۱
S-CVI	۱
ICC	۰/۸۳

۸-۲. ارزیابی

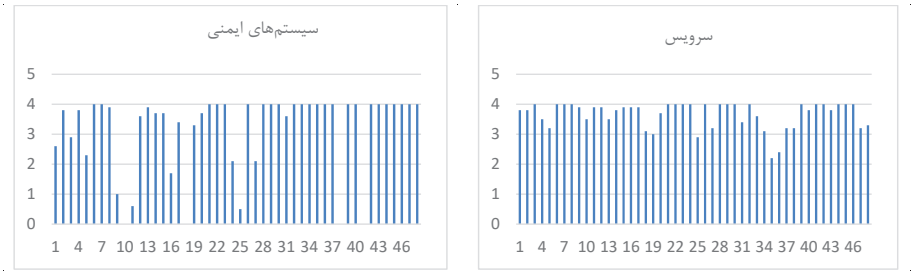
در این شیوهٔ آموزش محور ارزشیابی، میزان و نحوهٔ فعالیت و خروجی کارکرد دانشجویان در کارگاه و منزل است. در این شیوه، مدرس تنها راهنمای حرکت در مسیر کسب دانش، حل مسئله، تجربه و مهارت است. با فعالیت مستمر دانشجویان در محیط کارگاه و برخی موارد در منزل، مراحل شناخت، اندازه‌گیری، تحلیل، محاسبه، مشاهده و ارزیابی بخشی از سیستم‌های مختلف خودرو به‌صورت عینی‌تر دنبال می‌شود. در این شیوه آموزش، دانش و تجربه به‌صورت درهم‌آمیخته به دانشجویان عرضه می‌شود. باتوجه‌به اجرای فعالیت‌های کارگاهی توسط دانشجویان، آنها فقط نظاره‌گر اجرای آموزش که در بیشتر زمان آموزش، درحال اجرای بخش‌های مختلف آموزش‌اند. لذا کسالت و خواب‌آلودگی کمتری

1- Content validity index 2- Lawshe 3- Intraclass correlation coefficient

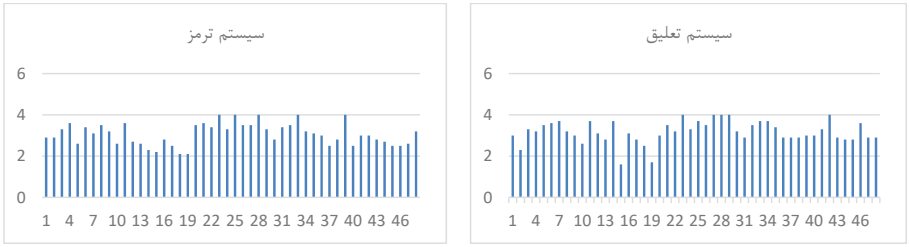
احساس کرده و یادگیری با تمرکز بر انجام فعالیت و تجربه صورت می‌گیرد و این موضوع باعث می‌شود که عمق یادگیری بهبود یابد.

داده‌های حاصل از ارزشیابی با استفاده از آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ نمرات تحلیل شده‌اند. این تحلیل امکان بررسی سطح یادگیری، پراکندگی عملکرد دانشجویان و میزان اثربخشی روش آموزشی را فراهم می‌سازد(Creswell, 2014).

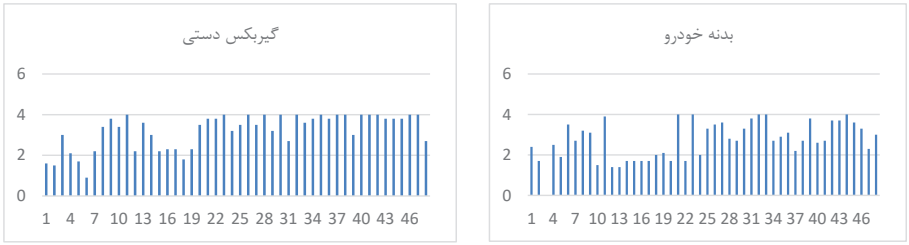
شکل‌های ۹ تا ۱۲ نمرات ارزشیابی ۴۸ گروه از دانشجویان با جمعیتی شامل ۲۵۳ نفر دانشجو (۶۲ نفر دختر و ۱۹۱ نفر پسر) در ۸ بخش خودرو، مطابق با سرفصل مندرج در جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفته است.



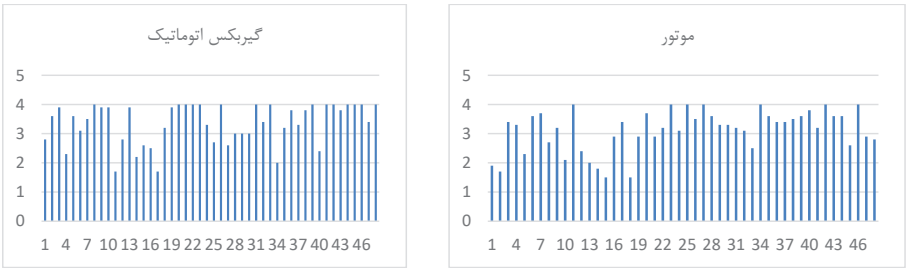
شکل ۹. نمرات ارزشیابی مربوط به سرویس و سیستم‌های ایمنی خودرو برای ۴۸ گروه از دانشجویان



شکل ۱۰. نمرات ارزشیابی مربوط به سیستم‌های تعلیق و ترمز خودرو برای ۴۸ گروه از دانشجویان



شکل ۱۱. نمرات ارزشیابی مربوط به بدنه و جعبه‌دندهٔ دستی خودرو برای ۴۸ گروه از دانشجویان



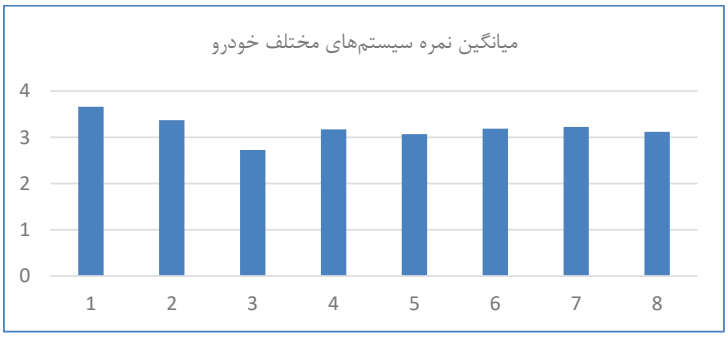
شکل ۱۲. نمرات ارزشیابی مربوط به موتور و جعبه‌دندهٔ اتوماتیک خودرو برای ۴۸ گروه از دانشجویان

شکل ۱۳ میانگین نمرات ۴ سطح ارزشیابی دانش، حل مسئله، نگرش و مهارت برای ۸ سیستم مختلف خودرو، مطابق مندرجات جدول ۱ را نشان می‌دهد. باتوجه‌به جدول ۵، نمرهٔ سطح دانش ۱/۲، نمرهٔ سطح حل مسئله ۰/۸، نمرهٔ سطح نگرش ۰/۴ و نمرهٔ سطح مهارت ۱/۶ در نظر گرفته شده است.

شکل ۱۳. میانگین نمرات ۴ سطح ارزشیابی دانش، حل مسئله، نگرش و مهارت

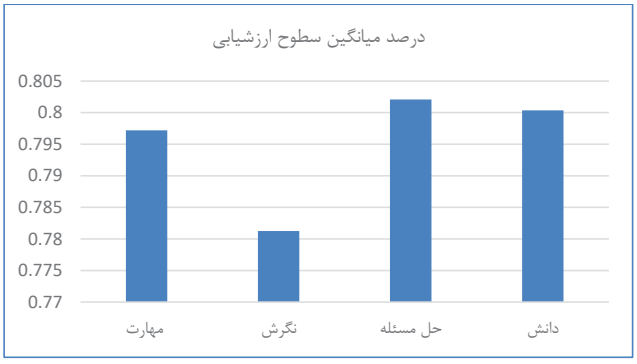
همانگونه که در شکل ۱۳ ملاحظه می‌شود، موضوع شمارهٔ ۱، که به سرویس‌های ادواری مرتبط با بخش‌های مختلف خودرو پرداخته است، بیشترین نمره در هر ۴ سطح دانش، حل مسئله، نگرش حرفه‌ای و مهارت را کسب کرده است. جایگاه دوم به موضوع سیستم‌های ایمنی با محوریت سیستم ترمز ضدقفل یا ABS اختصاص یافته است. از سویی پایین‌ترین اکتساب نمرهٔ ارزشیابی مربوط به بخش ۳ یا سیستم تعلیق است که از کمترین سطح عملیات عملی و تجربی برخوردار بوده است. این موضوع بیانگر این نکته است که تمایل دانشجویان با انجام امور تجربی، مهارتی و کاربردی در این کارگاه بیش از حوزه‌های نظری صرف، دانشی و تحلیلی بوده است.

شکل ۱۴ میانگین نمره برای ۸ سیستم خودرو مطابق مندرجات جدول ۱ را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود، بخش شمارهٔ ۳ که از حوزهٔ مهارتی و تجربی کمتری برخوردار است، کمترین میزان نمره را کسب کرده است درحالی‌که موضوع ۱، که انجام سرویس‌های ادواری بخش‌های مختلف خودرو است، به‌طور معناداری از میانگین نمرهٔ بالاتری برخوردار شده است.



شکل ۱۴. میانگین نمرهٔ هر سیستم از خودرو

شکل ۱۵ درصد میانگین اکتساب نمره در سطوح ارزشیابی مختلف را نشان می‌دهد. باتوجه‌به این شکل، درصد میانگین سطوح ارزشیابی به‌استثنای سطح نگرش با اختلاف صدم هم‌ترازند ولی سطح نگرش با اختلاف در سطوح پایین‌تری قرار گرفته است. دلیل این موضوع می‌تواند ناشی از تنوع سطح همکاری، میزان مسئولیت‌پذیری و انجام عملیات‌های مختلف توسط افراد یک گروه باشد. این موضوع نشان می‌دهد که به‌دلیل انتخاب تصادفی افراد هرکدام از گروه‌های کاری، به پارامترهایی همچون میزان انعطاف‌پذیری دانشجویان در تعامل با یکدیگر، روحیهٔ راهبری گروه، ایجاد ادبیات مشترک و غیره بین افراد گروه، توجهی نشده است.

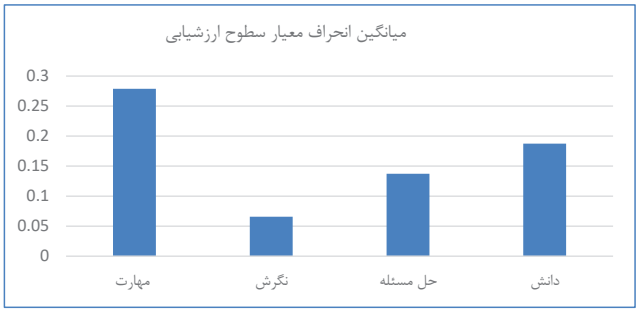


شکل ۱۵. درصد میانگین سطوح ارزشیابی

شکل ۱۶ انحراف معیار نمرات ۴ سطح ارزشیابی دانش، حل مسئله، نگرش و مهارت برای ۸ سیستم خودرو مطابق شماره‌گذاری انجام‌شده در جدول ۱ را نشان می‌دهد.

شکل ۱۶. انحراف معیار نمرات چهار سطح ارزشیابی دانش، حل مسئله، نگرش و مهارت

شکل ۱۷ میانگین انحراف معیار سطوح مختلف ارزشیابی را نشان می‌دهد. میانگین انحراف معیار سطوح مختلف ارزشیابی کمتر از ۳٪ است که نشانگر این موضوع است که داده‌های این پژوهش معتبرند. از سویی بیشترین مقدار انحراف معیار مربوط به سطح مهارت بوده است که این موضوع ناشی از صفر و یک بودن نتیجهٔ انجام یک مهارت است. بدین معنا که نتیجهٔ انجام یک مهارت یا درست است یا نادرست. این نوع ارزشیابی، که به انجام امور در دنیای صنعتی بیشتر نزدیک است، می‌تواند نسبت به سطوح ارزشیابی دیگر انحراف معیار بیشتری را نشان دهد.



شکل ۱۷. میانگین انحراف معیار سطوح ارزشیابی

۸-۳. اثربخشی

برای بررسی اثربخشی این روش آموزشی از اندازهٔ اثر کوهن[1] استفاده شده است. با این شیوه می‌توان میزان تغییرات ایجادشده نسبت به روش پیشین را بررسی کرد. به این منظور، در این پژوهش از نتایج ارزیابی دانشجویان در پایان‌ترم و پیش‌از ثبت نمره برای هر دو گروه استفاده شده است. گروه اول به روش سنتی این درس را طی کرده‌اند و ارائهٔ درس برای گروه دوم به روش جدید انجام شده است. این ارزیابی در هر ترم تحصیلی ازسوی ادارهٔ نظارت و ارزیابی دانشگاه و به‌صورت برخط هدایت می‌شود. دانشجویان، کاملاً آزاد و بدون ثبت مشخصات خود، نمرات ارزیابی را درج می‌کنند و درصورت نیاز می‌توانند توضیحاتی نیز در فرم ارزیابی ذکر کنند. این توضیحات در سامانهٔ اداره نظارت و ارزیابی دانشگاه ذخیره می‌شود و برای هر مدرس قابل مشاهده است.

جدول ۸ نتایج ارزیابی دانشجویان از درس کارگاه اتومکانیک عمومی به‌صورت سنتی و به روش جدید و نتایج اثربخشی آن نشان می‌دهد.

جدول ۸. نتایج ارزیابی دو گروه از دانشجویان درس کارگاه اتومکانیک عمومی

ردیف	عنوان	ارائه به روش سنتی	ارائه به روش جدید
۱	میانگین نمرهٔ ارزیابی از ۴ نمره	۳/۱۲	۳/۷۲
۲	میانگین انحراف معیار	۱/۰۹	۰/۶۳
۳	انحراف معیار ترکیبی(SDpooled)	۰/۸۹	
۴	اندازه اثر کوهن	۰/۶۷	

مقدار اندازهٔ اثر کوهن برای این پژوهش برابر ۰/۶۷ به دست آمد که براساس معیارهای کوهن، در محدودهٔ اثر متوسط روبه‌بالا قرار می‌گیرد. این موضوع نشان می‌دهد که روش جدید آموزش، علاوه بر ایجاد تفاوت معنادار آماری، از نظر علمی نیز تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود نتایج پژوهش داشته است.

۹. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

افزایش تدریجی سطح فنّاوری و تولید علم مشکل انتقال حجم زیاد اطلاعات به دانشجویان حین تحصیل را دوچندان می‌کند. به‌طوری‌که با ثابت ماندن تعداد واحدهای درسی، حجم مطالب آموزشی به مرور افزایش می‌یابد و بنابراین زمان اختصاص‌یافته به هر سرفصل آموزشی کاهش پیدا می‌کند. این موضوع باعث می‌شود که فرایند آموزش، برای دانشجو و استاد، سخت، پیچیده و خسته‌کننده شود. از سویی برخی واحدهای آموزشی تأثیر مستقیمی در پیشرفت تحصیلی، پیشرفت شغلی، زندگی اجتماعی

1- Cohen's d

و غیره دارند. لذا نحوهٔ ارائهٔ این نوع درس‌ها در زمان محدود، به‌نحوی‌که اثربخشی آن و جذابیت یادگیری و یاددهی آن ارتقا یابد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کارگاه عمومی یک درس مهارتی یک‌واحدی است که در دانشگاه صنعتی شریف برای دانشجویان (ترجیحاً در ترم اول یا دوم) درنظر گرفته شده است و در هر نیم‌سال ۴۰۰ دانشجو این درس را اخذ می‌کنند. این درس از ۵ کارگاه اتومکانیک، جوشکاری، ماشین ابزار، مدل‌سازی و برق تشکیل شده است. هر دانشجو به مدت ۶ ساعت آموزشی(۲ جلسهٔ سه‌ساعته) در هر کدام از کارگاه‌های ذکرشده توقف دارد تا عملیات مهارتی مدنظر را انجام دهد. دراین‌میان، دانشجویان در کارگاه اتومکانیک باید از مهارت‌های ویژه‌ای در بخش‌های مختلف خودرو برخوردار شوند. از سویی بخش‌های مختلف خودرو بسیار وسیع و ارائهٔ تمام مطالب در ۶ ساعت آموزشی، حتی به‌صورت سخنرانی، برای دانشجو و استاد بسیار سخت و خسته‌کننده است. لذا در این پژوهش از شیوهٔ زمان‌محدود و مبتنی بر استفاده از شیوه‌های متنوع آموزش و تمرکز بر محور فعالیت کاربردی و مهارتی دانشجویان استفاده شده است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر این روش در تبدیل فضای خسته‌کننده به‌دلیل حجم زیاد مطالب و ارائه به شیوهٔ سخنرانی محض مدرس، به محیطی پویا و جذاب و انجام فعالیت‌های هدفمند مهارتی است. تعیین شفاف اهداف رفتاری آموزش به همراه طراحی، تهیه و تدوین محتوای آموزشی نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، به نحوی که دانشجویان با انجام تمرین‌های تجربی و مهارتی مواجه شوند، قادر خواهد بود تا حدودی فضای خالی بین دانشگاه تا صنعت یا بازار را کاهش دهد، از طرفی پویایی موضوعاتی همچون حل مسئله، نگرش حرفه‌ای و مهارت‌آموزی را افزایش دهد و دانشجویان در مواجهه با چالش‌های کاربردی به کسب دانش و تجربه بپردازند، از آموخته‌های پیشین خود بهره‌برداری کنند و تلاش کنند تا با روش‌های خلاقانه، مسائل پیش‌رو را حل کنند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که انحراف معیار نمرات سطوح مختلف ارزشیابی در حوزه‌های مختلف خودرو از فرایند یکسانی پیروی نمی‌کند. مثلاً، در موضوع شمارهٔ ۱، که به سرویس‌های خودرو پرداخته شده است، در سطوح دانش، حل مسئله و مهارت کمترین میزان انحراف معیار را نشان داده است؛ حال آنکه در سطح نگرش، در جایگاه دوم قرار می‌گیرد. ولی موضوع شمارهٔ ۴، که به سیستم ترمز پرداخته شده است، بیشترین انحراف معیار را در همهٔ سطوح ارزشیابی دارد که لازم است توجه جدی به نحوهٔ ارائه و ارزیابی این بخش شود. برخی موارد همچون سطح استاندارد ارزیابی، استقلال در انجام امور، کارِ گروهی، توانایی ایجاد مباحثهٔ سازنده و غیره، تأثیر زیادی در انحراف معیار نتایج ارزیابی دارد. میانگین انحراف معیار سطوح ارزشیابی در سطح قابل‌قبولی و کمتر از ۰/۳ قرار دارد و میانگین نمرات دانشجویان در کارگاه اتومکانیک عمومی به ۰/۸۰ حداکثر نمره رسیده است. اثربخشی این روش آموزش نسبت به روش سنتی براساس معیارهای کوهن برابر با ۰/۶۷ است که نشان می‌دهد محدودهٔ اثرمتوسط روبه‌بالا دارد. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی از گروه‌هایی با تعداد نفرات کمتر استفاده شود و تأثیر آشنایی پیشین افراد با یکدیگر، در هم‌گروه شدن بر نتایج پژوهش مورد بررسی قرار گیرد.

References

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university,* Open University Press.
- Biggs, J., & Tang, C. (2014). *Teaching for quality learning at university (4th ed.)* Maidenhead, Open University Press.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives,* Longman.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches, SAGE.*
- Elsdon, M., Hayman, R., & Agrawal, P. (2025). The impact of group-based experiential learning in developing undergraduate societal engineering skills: A case study within a United Kingdom Post-92 university. *European Journal of Engineering Education. Advance online publication.*
- Enzebati, M., & Hojjat Panah Montazeri, N. (2013). A QFD-based model for designing the curriculum and a case study. *Iranian Journal of Engineering Education*, 59, 59-73. [In Persian]
- Graham, R. (2018). *The global state of the art in engineering education* (MIT Report). Massachusetts Institute of Technology.
- Gulikers, J. T. M., Bastiaens, T. J., & Kirschner, P. A. (2004). A five-dimensional framework for authentic assessment. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 67-86.
- Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. Routledge.
- Kaboli, Sh., Nasiri, S., Haghshenas, H., Mottaghipour, M., Jahantigh Pak, A., Pircheraghi, GH., Arghavani Hadi, J. (2022). General workshop: a course for practical training or an introduction to engineering, *Iranian Journal of Engineering Education,* [In Persian].
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development.* Prentice Hall.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Hand book II: Affective domain,* David Mckay Company Incorporated.
- Lavado-Anguera, S., Velasco-Quintana, P., & Terrón-López, M. (2024). Project-based learning as experiential pedagogy in engineering education: a review of the literature, education, sciences, *MDPI, Basel.*
- Mehta, A., & Mehta, N. (2025). Impact of experiential learning on learning outcomes using Kolb's model. *Journal of Engineering Education Transformations,* Indo-Universal Collaboration for Engineering Education (IUCEE).
- Musibaudeen, O. I., Oluseyi A. A., Busayo S. A., Seun, O. (2021). A learning model for effective teaching of entrepreneurship engineering using workshop technology as a case study, *Journal of Engineering Education Transformations,* Volume 35, No. 2.
- Nasiri S., & Kaboli Sh. (2022). Effectiveness of short-term skills training workshop for automatic transmission based on Kirkpatrick evaluation model, *Iranian Journal of Engineering Education,* [In Persian].
- Ogunbote, S., Dawodu, R. A., Adegunle, F. O., Adenuga, B.,&Adeyemi.(2025). The impact of adequate workshop tools and equipment on the skill development of automobile and metalwork technology education students in South West Universities of Education in Nigeria. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 12(11), 72-84.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases, *Journal of Engineering Education,* 95(2), 123-138.
- Sadeghi Tabar, R. (2024). Introducing pre-training workshop sessions to enhance learning in multidisciplinary environments: A case study in computer-aided engineering and design. *Cogent Education*, 11(1), Article 2367896.
- Salinas-Navarro, D. E., Garay-Rondero, C. L., & Arana-Solares, I. A. (2023). Digitally enabled experiential learning spaces for engineering education 4.0. *Education Sciences,* 13(1), Article 63.
- Shivaramu, H. T., Aveen, K. P., & Ullal, V. N. (2025). The role of experiential learning in improving academic

performance and student satisfaction in engineering education. *Discover Education*, 4(1), Article 545.

- Tembrevilla, G., Phillion, D., Zeadin, M. (2024). Experiential learning in engineering, a systematic review, *Journal of Engineering Education,* Wiley Periodicals LLC.

صیاد نصیری: دانش‌آموختهٔ رشتهٔ مهندسی مکانیک، گرایش طراحی سیستم‌های دینامیکی خودرو از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی است. وی از سال ۱۳۸۷ تاکنون عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف بوده است و حوزه‌های پژوهشی ایشان طراحی سیستم‌های مکاترونیکی خودرو، ارتعاشات، دینامیک خودرو و عیب‌یابی و پایش وضعیت سیستم‌های مکانیکی برمبنای آنالیز ارتعاشات می‌باشد.

شهریار کابلی: دانش‌آموختهٔ رشته مهندسی برق از دانشگاه صنعتی شریف است. وی از سال ۱۳۸۶ تاکنون عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف بوده و زمینه‌های پژوهشی ایشان الکترونیک قدرت، منابع تغذیه ولتاژ بالا و مبدلهای توان قابل اطمینان است.

بهروز خطیبی: دانش‌آموختهٔ دانشگاه شهید رجایی در رشتهٔ مکانیک خودرو است. وی از سال ۱۳۷۸ در حوزه‌های مختلف آموزش‌های مهندسی و مهارتی در سطوح مختلف آموزشی و همچنین در صنعت، مشغول به انجام آموزش‌های مهندسی و مهارتی به‌ویژه در حوزهٔ برق، الکترونیک و مالتی‌پلکس خودرو بوده‌اند.