فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیستم، شماره ۷۹ پاییز ۱۳۹۷ ، صص. ۹۱-۶۳

طرح درس مبتنی بر پیامدها: در تسهیل ارزیابی‌های درونی کیفیت آموزش‌های مهندسی

حسین زینل[۱] و شیوا منصورزاده[۲]

(دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۷/۳)، (پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۹/۲۷)

DOI: 10.22047/ijee.2018.149843.15181

چکیده: تحقق عملی اندیشه ایجاد شبکه ارزیابی کیفیت دانشگاه‌های کشور در سایه ترغیب دانشگاه‌ها به پیاده‌سازی و اشاعه فرهنگ ارزیابی درونی آموزش‌ها گره خورده است. این مهم با تغییر رویکردهای بین‌المللی در حوزه آموزش مهندسی و پدیده اعتبارسنجی دوره‌های کارشناسی مهندسی با استاندارد و شایستگی‌های موردتوافق ضرورت یافته است. نقطه اشتراک نظام‌های نوین آموزش مهندسی دیدگاه پیامدمحور بوده است که قائل بر طراحی، اجرا و ارزیابی درس‌های مهندسی با مرکزیت برون‌دادها است. این رویکرد که مغناطیس حرکت خود را از اهداف تنظیم‌شده برنامه و به‌تبع آنها اهداف یادگیری درس می‌گیرد، ساختار ویژه‌ای برای تطبیق با ملاک‌های اشاره‌شده مراکز اعتبارسنجی و شاخص‌های ارزیابی درونی و برونی دانشگاه ایجاد می‌کند. نقش طرح درس به‌عنوان چراغ هدایت درس در شکل‌دهی و انسجام رویکردهای آموزشی و سنجشی سیستم پیامدمحور کلیدی و راهبردی است. لذا بازنگری ساختاری آن برای استفاده بهینه ضروری است. در این نوشتار درس «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲» در قالب طرح درس پیشنهادی معرفی می‌شود و زوایای راهبردی کاربردی آن در پیشبرد ارزیابی‌های درونی کیفیت آموزش گشوده می‌شود. نتایج حاکی از قابلیت‌های طرح درس پیشنهادی در سنجش سطح دست‌یافت‌های یادگیری، حیطه تمرکز یادگیری، تعیین اهرم‌های تغییر راهبردی در پوشش حداکثری سطوح تفکر بالاتر یادگیری، و پی‌ریزی برنامه بهبود مدیریت درس بوده است. در انتها یک مدل برنامه‌ریزی خطی به‌عنوان نقطه ثقل بهینه در طرح‌ریزی برنامه بهبود درس معرفی می‌شود.

واژه‌های‌کلیدی: ارزیابی درونی، سیستم پیامدمحور، طرح درس پیامدمحور، آموزش‌های مهندسی

۱- استادیار گروه مهندسی برق و کامپیوتر، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا، قزوین، ایران. (نویسنده مسئول) hzeynal@gmail.com
۲- استادیار گروه مهندسی صنایع، مکانیک و هوافضا، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا، قزوین، ایران. sh.mansoorzadeh@gmail.com

۱. مقدمه

بر اساس تعریف سازمان جهانی استاندارد، کیفیت مجموعه ویژگی‌ها و خصوصیات یک فراورده است که توانایی آن در برآوردن خواسته‌ها را بیان می‌کند (بازرگان، ۱۳۹۶). برمبنای این تعریف، کیفیت آموزش را می‌توان به جمع شایستگی‌های دانش‌آموختگان در تأمین خواسته‌های جامعه، صنعت و بازار اطلاق کرد. در بازتعریفی دیگر، کیفیت آموزش‌های مهندسی را می‌توان مظهر عملی فراورده‌های دانشگاه در رفع نیازهای صنعتی پیدا کرد (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۶). اما کیفیت هر فراورده بدون سنجش و ارزیابی آن قابل تفسیر نخواهد بود و ابعاد کیفی آن را آشکار نخواهد کرد (بازرگان، ۱۳۹۶) و (بازرگان، ۱۳۹۴). ارزیابی کیفیت آموزش‌ها و به‌ویژه آموزش‌های مهندسی مستلزم تعریف خواسته‌های اندازه‌پذیر و شفاف است و تخصیص ارزیاب‌های مناسب و متناوب را نیز شامل می‌شود. امری که نظام‌های آموزش مهندسی کشورهای مختلف را با استانداردهای جهانی در تعریف و خواسته‌های موردانتظار یک مهندس همسو خواهد کرد (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۶) و (معماریان، ۱۳۹۰ الف). درواقع، ماهیت جهانی و فرامرزی پدیده مهندسی و کیفیت آن، ضرورت وجود مراکز اعتبارسنجی را بیش‌ازپیش نمایان ساخته است که این مهم در کشورهای توسعه‌یافته به شکل گسترده عینیت پیدا کرده است (معماریان، ۱۳۹۰ ب)، مراکزی از قبیل ABET[1]، CEAB[2]، GABET[3]، ENQA[4]، JABB[5] و IAIEE[6] با تهیه فهرستی مورد اجماع از شایستگی‌های موردانتظار یک مهندس برای مقابله با چالش‌های امروزی توانسته‌اند رویه‌های اعتبارسنجی آموزش‌های مهندسی خود را به شکل مطلوب به کار گیرند و مانند الگو برای سایر کشورها عرضه کنند (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۶)، (ABET, ۲۰۱۸) و (CEAB, ۲۰۱۷).

به‌موازات اقدامات جهانی، مقدمات اعتبارسنجی کیفیت آموزش دوره‌های مهندسی از اوایل سال ۱۳۹۰ به همت بزرگان آموزش عالی در انجمن آموزش مهندسی ایران تحت عنوان «مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی» آغاز شد. مؤسسه حاضر به‌عنوان یک مرکز غیردولتی، غیرانتفاعی و غیرسیاسی تعریف شده است، این مؤسسه تا به امروز تعدادی از دوره‌های دانشگاه‌های سطح یک را به‌صورت آزمایشی مورد سنجش کیفی قرار داده است (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۶). این ارزیابی‌ها متشکل از ارزیابی درونی یا خودارزیابی، که توسط دانشگاه صورت می‌گیرد، و ارزیابی برونی، که توسط مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی و به‌صورت تکراری انجام می‌پذیرد، است. بر اساس یافته‌های تحقیق، ارزیابی‌های درونی بالاترین کارکرد در کنترل کیفی سیستم آموزش و اقناع ملاک‌های معرفی‌شده مراکز اعتبارسنجی دارد (همان). لذا وجود یک نظام شایسته برای ارزیابی درونی که ملاک‌های ارزیابی برونی یا در

1- American Board of Engineering and Technology
2- Canadian Engineering Accreditation Board
3- Persian Gulf Cooperation Council Accreditation Board for Engineering and Technology
4- European Association for Quality Assurance in Higher Education
5- Japan Accreditation Board for Engineering Education
6- Iran Accreditation Institute for Engineering Education

نمایی گسترده‌تر شاخص‌ها و شایستگی‌های تعریف‌شده جهانی را دربرگیرد، ضروری به نظر می‌رسد. این امر مهم راه را برای اعتبارسنجی مناسب و استانداردسازی آموزش‌های مهندسی هموار می‌سازد (معماریان، ۱۳۹۰ پ) و (زینل و منصورزاده، ۱۳۹۶)، (زینل و همکاران، ۱۳۹۶). در دهه ۱۳۸۰ به کوشش سازمان سنجش و آموزش کشور جمع کثیری از گروه‌های آموزشی مورد ارزیابی درونی قرار گرفتند؛ هرچند ارزیابی برونی محدود بود و تنها در چند دوره کارشناسی و در تعدادی از دانشگاه‌های سطح یک کشور اتفاق افتاد (بازرگان، ۱۳۹۶).

از مؤلفه‌های اساسی یک سیستم ارزیابی کیفیت می‌توان به تعریف شفاف و اندازه‌پذیر خواسته‌ها اشاره کرد. این خواسته‌ها به شکل تابعی از اهداف و مأموریت‌های دانشگاه بیان می‌شوند (معماریان، ۱۳۹۰ الف و پ). چنین امر مهمی در اکثر دانشگاه‌های کشور مغفول مانده یا به‌طور شایسته به آن پرداخته نشده است. دورافتادگی دانشگاه‌های کشور از تغییر نگاه تدریجی در آموزش‌های مهندسی نوین، جایی‌که سیستم سنتی حاکم بر نظام‌های آموزشی (تأکید بر درون‌دادها و برنامه آموزشی) جای خود را به سیستم مبتنی بر دستاورد و پیامدها (برون‌داد) داده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳ و معماریان، ۱۳۸۸) بسیار مشهود بوده است. بر اساس تجربیات کشورهای توسعه‌یافته، رویکرد پیامدمحور توانسته است بستری مناسب برای پیاده‌سازی نظام‌های ارزیابی کیفیت در آموزش‌های مهندسی را فراهم کند (یوسفی افراشته، ۱۳۹۴ و زینل و منصورزاده، ۱۳۹۶).

به‌منظور طراحی یک سیستم ارزیاب مناسب، ابتدا باید عناصر اصلی سیستم آموزش را شناسایی کرد. چهار عنصر اصلی را می‌توان در سازوکار حرکتی آموزش برشمرد که شامل ۱چهار مورد است: ۱- درون‌دادهای سیستم آموزشی مشتم-ل بر دانشجو، استاد و برنامه درسی ۲- فرایند آموزش و فرایند یاددهی - یادگی-ری ۳- برون‌دادهای سیستم آموزشی (دانش‌آموختگان) ۴- پیامدها به معنای وضعیت اشتغال فراورده‌های دانشگاه و دانش‌آموختگان (بازرگان، ۱۳۹۶). این چهار عنصر فضای مناسبی برای یک سیستم عامل آموزشی فراهم کرده، به‌طوری‌که سیستم توان بازنگری در رفتار خود خواهد داشت. سیستم عامل آموزشی که مبتنی بر دستاوردها باشد، به جهت شفافیت و عینیت در تعریف ملاک‌ها و شایستگی‌ها، اهدف یادگیری دوره‌ها، پیامد - ارزیاب‌ها و وضوح آموزشی - سنجشی آن، شرایط دلخواه را برای استقرار یک سازوکار ارزیابی درونی کیفیت آموزش‌های مهندسی برپا می‌کند (Rose et al., 2016). به‌علاوه، اندیشه ایجاد شبکه ارزیابی کیفیت بین دانشگاه‌ها و ایجاد نهاد ملی ارزیابی کیفیت در سایه شاخصه‌های پیامدمحور به عمل نزدیک‌تر خواهد شد و امکان اتصال دانشگاه‌های کشور به شبکه کیفیت آموزش عالی منطقه و قاره‌ای به مانند آنچه در آسیا و اقیانوسیه[1] رواج یافته یا پیمان‌های بین‌المللی مشهور از جمله پیمان واشنگتن[2] در هم‌ارزی بین‌المللی برنامه‌های

1- Asia Pacific Quality Network 2- Washington Accord

کارشناسی مهندسی ایجاد خواهد کرد (زینل و منصورزاده، ۱۳۹۶).

چگونگی و شیوه پیاده‌سازی رویکرد پیامدمحور در سیستم آموزشی نیازمند تمهیدات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است و منابع لازم را برای سه مرحله طراحی، اجرا و ارزیابی ضروری می‌سازد. از مهم‌ترین عوامل حرکت صحیح و اثربخش این رویکرد، تهیه یک نقشه راه اجرایی است که این مهم در قالب طرح درس ارائه می‌شود. طرح درس به‌عنوان شیوه‌نامه حرکتی استاد و درس اگرچه در نظام‌های سنتی ارزیابی کیفیت، که صرفاً مبتنی بر درون‌دادهای آموزشی هستند، حضور داشت اما نفوذ چندانی در روندهای توسعه کیفی و ارزیابی پیدا نمی‌کرد و اساساً نقش آن کم‌اهمیت و حاشیه‌ای تلقی می‌شد (Zeynal et al., 2017). در بررسی غالب دانشگاه‌های سطح یک تا سه کشور به‌وضوح می‌توان به کم‌توجهی سیستم‌های آموزشی در کاربرد طرح درس به‌منظور ارزیابی درس و استاد می‌توان پی برد. اساساً وسعت اطلاعات در طرح درس‌های سنتی محدود و ابتدایی بوده و تنها به‌عنوان یک راهنمای اولیه برای دانشجویان مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفته است و عامل مهمی در کنترل کیفی و ارزیابی کلاس، درس، استاد و گروه قلمداد نشده است.

برعکس طرح درس در رویکردهای نوین آموزش، که بر اهداف یادگیری تأکید می‌ورزند، نقش محوری و سازنده‌ای دارد. طرح درس به‌عنوان نقشه راه روندهای آموزشی، سنجشی و مدیریتی درس در حقیقت نقشه راه استاد، درس، ناظر و ارزیاب سیستم آموزشی را تهیه کرده و اسباب لازم برای اشکال‌زدایی، مکان‌یابی برنامه‌های آموزشی و مدیریتی در سطوح مختلف را مهیا می‌سازد (معماریان، ۱۳۹۶). لذا تغییر رویکرد از یک سیستم درون‌داد - محور به برون‌داد - محور، تغییر ساختار طراحی درس را نیز به دنبال خواهد داشت. در سیستم مبتنی بر دستاورد[1] تنها درون‌دادها مورد توجه قرار نمی‌گیرد؛ بلکه برون‌دادها و پیامدها نیز در چرخه ارزیابی و سنجش کیفی قرار می‌گیرند (Felder & Brent, 2003). در نتیجه پی‌ریزی طرح درس در رویکرد آموزشی مبتنی بر دستاورد ویژه خواهد بود. درواقع، این سیستم مستلزم راهبرد خاص خود در تعریف اهداف یادگیری، توزیع نواحی یادگیری، برنامه‌ریزی و انضباط فنون ارزشیابی و مدیریت یادگیری کلاس و درس است (Tshai et al., 2014).

تهیه طرح درس به‌عنوان گام اول و بنیادی سهم قابل‌توجهی در توفیق سیاست‌های آموزشی و ارزیابی مبتنی بر دستاورد خواهد داشت. طرح درس مانند یک راهبر[2] آموزشی جهت‌گیری‌های درس، کلاس و محتوا را به سوی اهداف ازپیش‌تعیین‌شده و پیامدهای موردانتظار سوق داده و با معماری منحصربه‌فردی نقش پیش‌برنده و تسهیل‌کننده خود را آشکار می‌سازد. در بررسی‌های نگارنده بر روی دانشگاه‌های داخل کشور نمونه‌ای از طرح درس پیامدمحور جامعی که بتواند در وجوه عملیاتی و کنترلی ظاهر شود، یافت نشد؛ هرچند این مهم در دانشگاه‌های کشورهای توسعه‌یافته حضور پررنگ‌تر

1- Outcome-Based Education System [OBE]
2- Conductor

به لحاظ تعاریف اهداف درس و چشم‌انداز درس، ابزار کلاس و یادگیری و شیوه‌های ارزیابی داشته است. اما در اکثر طرح درس‌های موجود، به باور نگارنده، حتی با وجود اطلاعات مهمی در بدنه آن، توان اجرایی و عملیاتی آن برای کاربردهای ارزیابی کیفیت، همچنان پاسخگوی کامل نیست و به‌طور منسجم و نظام‌مند فرایندهای نظارت و کنترل کیفی را همراهی نمی‌کند. لذا در نوشتار حاضر سعی بر این است که ساختار مطلوبی برای طرح درس در قامت سیستم پیامدمحور تدوین و معرفی شود و چگونگی اجرا و نقش مؤثر آن در روندهای ارزیابی درونی کیفیت آموزش‌های مهندسی بازنمایی شود.

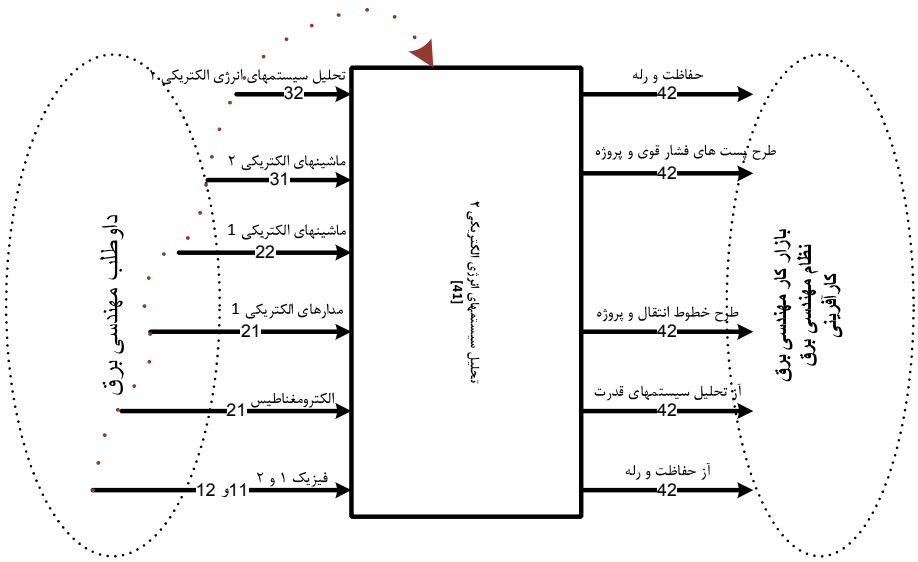
۲. ساختار طرح درس پیشنهادی

نظرسنجی‌های میدانی انجام‌یافته بر روی دانشجویان نشان می‌دهد که دانشجویان انتقادات زیادی مبنی بر بی‌اطلاعی آنها از آنچه در درس‌های مختلف می‌گذرد، داشته‌اند. عواملی از قبیل ناآگاهی دانشجویان از سرفصل مطالبی که به آنها آموزش داده خواهد شد، که در مقایسه آن با محتوای ارائه‌شده در طول نیمسال در مورد سطح دست‌یافت‌های یادگیری و میزان توفیق آموزش‌های ارائه‌شده، نظردهی کنند. طرح درس به‌عنوان یک راهنما و حلاّل این مشکل عمل کرده و به‌صورت قراردادی مکتوب در ابتدای هر نیمسال در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد. این راهنمای درس یا همان «طرح درس» شامل اطلاعات لازم، از جمله هدف‌های درس و پیامدهای یادگیری آن، حیطه‌های یادگیری (دانش مهندسی، مهارت‌های فنی، مهارت‌های تعاملی و کار گروهی)، سرخط مطالب هر جلسه، و سیاست‌ها ارزشیابی - مدیریتی و منابع - مراجع درس است. لذا طرح درس ابزار خوبی در اختیار دانشجویان قرار خواهد داد تا بتوانند در پایان نیمسال درباره میزان موفقیت آموزش‌های ارائه‌شده، نظرات صحیح‌تری ابراز کنند. درحقیقت، وجود طرح درس راه را برای اعمال ارزشیابی‌های قابل‌توجه که در انتهای هر نیمسال جمع‌آوری می‌شود، هموار می‌سازد. بررسی‌ها نشان داده است که ارزیابی‌های دانشجویان به‌دلیل ناآگاهی اولیه از چهارچوب درس و کلاس فاقد اعتبار لازم در سنجش و هدایت آموزشی دوره‌های کارشناسی بوده است. باور بر نقش و تدوین طرح درس هدفمند می‌تواند کوشش‌های لازم در طرح‌ریزی نظام ارزیابی درونی کیفیت آموزش‌های مهندسی را به مقصود رساند.

اطلاعات راهبردی و ساختاری (کمّی و کیفی) درس در بسته طرح درس در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد؛ لذا دانشجو قادر خواهد بود برنامه تحصیلی خود را با راهبرد (زمانی، محتوایی و سنجشی) درس و استاد مربوط به‌طور مناسب تطبیق دهد. با مطالعه طرح درس دانشجو شناخت کلی از استاد درس، چشم‌انداز درس، اهداف صریح یادگیری درس، حیطه‌های یادگیری که او در این درس تجربه خواهد کرد، نحوه ارزشیابی درس، راهکار تماس با استاد و روش آموزشی او، زمان و محل مشاوره با او و همچنین قوانین استاد و دانشگاه را پیدا می‌کند. درواقع، دو راهبرد با شروع هر درس شکل می‌گیرد؛ ابتدا طرح آموزشی استاد و سپس طرح یادگیری دانشجو که به‌طور هم‌زمان در شروع هر نیمسال

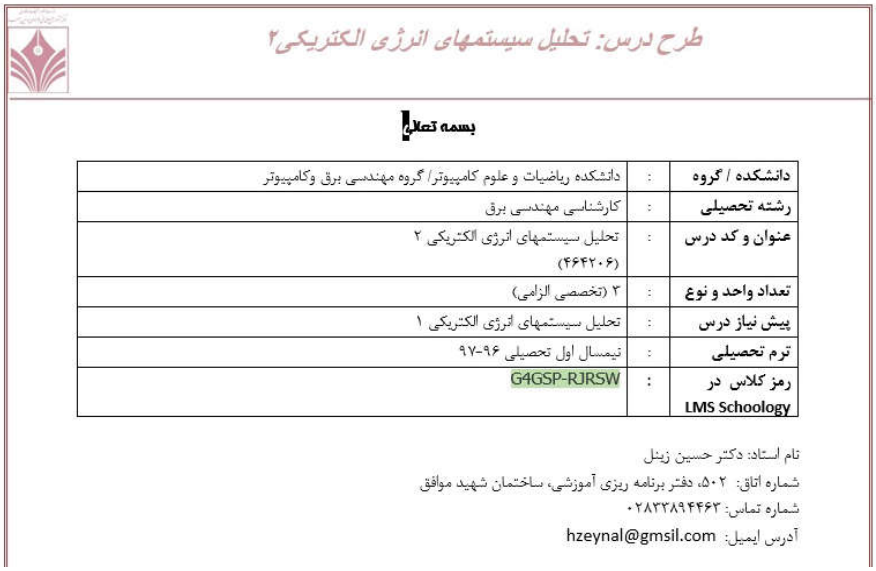
کلید می‌خورد. در نتیجه در ریل زمانی و محتوایی حرکت در هر نیمسال تحصیلی به تفکیک هر هفته، موضوع درس و تعداد ساعات آموزش مشخص، ایستگاه‌های کنترل و سنجش یادگیری تنظیم‌شده، مراجع درس معین و تمام کانال‌های ارتباطی یادگیری آماده بهره‌برداری و در دسترس است. لذا دانشجو توان برآورد واقعی و منصفانه از کیفیت یادگیری خود، سطح مشارکت در طول و عرض مباحث و میزان ملموس بودن اهداف یادگیری را خواهد داشت.

در این بخش، طرح درس پیشنهادی برای «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲» به‌عنوان یک درس راهبردی در دوره کارشناسی مهندسی برق، خوشه قدرت، مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در شکل۱ نشان داده شده است، این درس که به‌تخفیف «تحلیل۲» نام‌گذاری می‌شود، در سال چهارم و نیمسال اول (۴۱) ارائه می‌شود که خود پیش‌نیاز مستقیم ۱۱ واحد در سال چهارم نیمسال دوم (۴۲) در هم‌جواری با پایانه‌های خروجی دوره کارشناسی مهندسی برق است. همانطور که از شکل برمی‌آید، ۱۹ واحد درسی مسیر یادگیری این درس را از ابتدا (۱۱) تا (۳۲) پشتیبانی مستقیم و پیوسته می‌کنند که نشان از وسعت فنی و عملکردی این درس در دوره کارشناسی است. اهمیت این درس در روند حرکت شغلی و کارآفرینی دانش‌آموخته‌ها نیز بسزا بوده و توان تغییر در مسیر شغلی دانشجو را مهیا می‌سازد. لذا این درس به‌عنوان یک مورد مطالعاتی مناسب در تدوین طرح درس هدفمند انتخاب شد که به‌تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت.



شکل ۱: درس تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲ در دوره کارشناسی مهندسی برق

وجود طرح درس در آموزش مهندسی اولین گام در مسیر بهینه‌سازی فرایند آموزش - یادگیری است که می‌تواند به‌خودی‌خود عامل شکل‌دهی و ساختاریافتگی سیستم آموزش شود و سازوکارهای هدایت و کنترل آموزشی را دگرگون سازد. اما اینکه طرح درس حاضر چه ویژگی‌هایی دارد و چگونه این مهم را محقق می‌سازد، می‌تواند به‌نوبه خود سرآغاز بازنگری در روندهای یاددهی و یادگیری سنتی باشد. ساختار مناسب و کاربردی طرح درس و اطلاعات تکمیلی آن مسیر حرکت یادگیری‌ها را کنترل‌پذیر، دردسترس، قابل‌مشاهده و مدیریت‌پذیر خواهد کرد. در این بخش ابتدا به معرفی طرح درس پیشنهادی و به‌کاررفته در دانشگاه فنی و مهندسی بوئین‌زهرا پرداخته و نقش آن در بهینه‌سازی و ارتقای کیفیت آموزشی دانشگاه تحلیل می‌شود.



طرح درس: تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی۲

بسمه تعالی

دانشکده / گروه	:	دانشکده ریاضیات و علوم کامپیوتر/ گروه مهندسی برق وکامپیوتر
رشته تحصیلی	:	کارشناسی مهندسی برق
عنوان و کد درس	:	تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی ۲ (۴۶۴۲۰۶)
تعداد واحد و نوع	:	۳ (تخصصی الزامی)
پیش نیاز درس	:	تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی ۱
ترم تحصیلی	:	نیمسال اول تحصیلی ۹۶-۹۷
رمز کلاس در LMS Schoology	:	G4GSP-RJRSW

نام استاد: دکتر حسین زینل
شماره اتاق: ۵۰۲، دفتر برنامه ریزی آموزشی، ساختمان شهید موافق
شماره تماس: ۰۲۸۳۳۸۹۴۴۶۲
آدرس ایمیل: hzeynal@gmsil.com

شکل ۲: بخش ۱ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

درحقیقت می‌توان طرح درس را طرح‌ریزی یادگیری‌ها نامید و شاید به همین جهت این مهم مورد مطالعه وسیع اندیشمندان حوزه روان‌شناسی آموزشی نیز بوده است. بنابراین، تدوین طرح درس به صورت شگرفی در نحوه تبیین، اعمال و ارزیابی یادگیری‌ها مؤثر است. در ادامه ساختار طرح درس پیشنهادی برای مدیریت درس‌های مهندسی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مطابق شکل ۲، در آغاز طرح درس، ابتدا مشخصه‌های ثابت درس تعیین می‌شوند که شامل جایابی درس در دانشکده و گروه آموزشی، رشته و مقطع، عنوان و کد درس، تعداد واحد و نوع آنها، پیش‌نیازی (هم‌نیازی)های درس، نیمسال ارائه‌شده، رمز درس در پایگاه مدیریت یادگیری است. به عبارتی ویژگی‌های بیرونی و شناسنامه درس در ابتدای طرح درس به‌صورت شفاف و واضح ارائه

می‌شود. ازجمله، ویژگی‌های کیفی درس، نشانی درس در یک پایگاه یادگیری تحت‌وب است که در دانشگاه موردمطالعه از ابتدای سال تحصیلی ۹۵-۹۶ پایگاه مدیریت یادگیری اسکولوژی[1] به‌عنوان یک پایگاه منبع - باز در مدیریت اهداف یادگیری درس‌ها به خدمت گرفته شده است. لذا در انتهای جدول مشخصات درس، رمز ورود به کلاس این درس روی پایگاه اسکولوژی لحاظ شده است که متقاضی پس از یافتن کلاس و وارد کردن رمز در صورت تأیید هویت توسط استاد به پایگاه درس مربوطه در اسکولوژی وارد خواهد شد.

خلاصه درس:

در این درس، دانشجویان با مدل های مهم طراحی شبکه های انرژی الکتریکی آشنا می شوند. آموزه های این درس از اولین گام های ورود به دنیای تحلیل سیستم های قدرت (تحلیل های اقتصادی سیستم، امنیت ولتاژ، کیفیت و پایداری توان) می باشد. از جمله مباحث مهم این درس می توان به محاسبات انواع خطا ها در سیستم قدرت (متقارن و نامتقارن) اشاره نمود. استفاده از روش مولفه های متقارن و شبکه های در ارزیابی سطح امنیت شبکه از دیگر مباحث کاربردی این درس می باشد. تحلیل پایداری سیستم قدرت با تکیه بر روشهای معیارسطوح برابر و منحنی نوسان در انتهای دوره مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ضمن، این درس بر اساس استاندارد مساله-محور PBL در قالب سیستم مدیریت آموزشی پیامد-محور OBE ارائه می گردد.

اهداف دور(افق پنج-ساله) درس:

OB1: شناسایی انواع خطا ها (متقارن و نامتقارن) در شبکه های توزیع و انتقال

OB2: بکارگیری موثر نرم افزارهای کاربردی مهندسی در تحلیل امنیت و پایداری شبکه های انتقال و توزیع قدرت

OB3: ارائه راه حل بهره برداری و توسعه شبکه های انتقال با تاکید بر شاخص های پایداری و امنیت سیستم قدرت

اهداف یادگیری درس:

Agile, Entrepreneurial, Professional

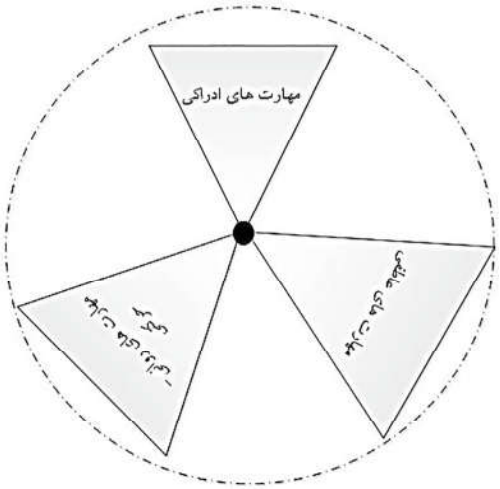
شکل ۳. بخش ۲ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

در بخش بعدی طرح درس، مطابق شکل ۳، چکیده مختصری از مرزهای دانشی درس و رئوس یادگیری‌ها، ساختار و پیکربندی مطالب اصلی و روش ارائه درس آورده می‌شود. سپس به‌صورت کاملاً شفاف اهداف میان‌مدت[2] (در افق پنج‌ساله پس از پایان درس) بیان می‌شود. درواقع، نتیجه دست‌یافت‌های این درس در سبد مهارتی و دانشی دانشجو برای افق پنج‌ساله در نظر گرفته می‌شود. تعداد این اهداف معمولاً حداقل بوده (در این دانشگاه ۳ هدف میان‌مدت) اما با ضریب روئیت حداکثری تعیین می‌شوند. در ادامه، اهداف نزدیک‌تر یا به عبارتی اهداف یادگیری درس با در نظر گرفتن محدودیت‌های محتوایی و مدیریتی شکل می‌گیرند.

طراحی مناسب اهداف یادگیری درس نقش بسزایی در پیشبرد مرزهای دستیابی به شاخصه‌های

1- Schoology Learning Management System [www.schoology.com]
2- Mid-term Objectives: OB

دوازده‌گانه کیفی محصولات (کیفیت دانش‌آموخته‌ها) (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۶ و زینل و منصورزاده، ۱۳۹۶) دانشگاه خواهد داشت. لذا نحوه آدرس‌دهی اهداف می‌تواند سیستم آموزش مهندسی را در محیطی روئیت‌پذیر مدیریت کرده و هدایت کمّی و کیفی آن را به عهده بگیرد. همانطور که بیان شد، تمام سرفصل‌های درس که در طول یک نیمسال تحصیلی (۱۶ هفته) ارائه می‌شوند، در قالب حداکثر شش هدف (پیامد) یادگیری فرمول‌بندی می‌شوند (Spady, 1994). هدف، هم‌پوشانی حداکثری و ارتباط فنی پیامدهای یادگیری[1] با اهداف بالاسری برنامه آموزشی[2] است. بدین منظور اهداف یادگیری درس در سه حیطه مهارت‌های شناختی[3]، مهارت‌های روانی - حرکتی[4] و در انتها مهارت‌های عاطفی[5] توسعه می‌یابند. شکل ۴ هم‌افزایی سه حیطه یادگیری دانشجو را در طراحی اهداف یادگیری درس نمایش می‌دهد. اکتساب مهارت‌های سه‌گانه فوق، براساس مطالعات بیرونی، بیشترین سهم را در کامیابی فنی و احراز شرایط یک مهندس شایسته ایجاد می‌کند. مهندس حاضر استانداردهای لازم را برای تحلیل، همکاری، و همیاری پروژه‌های پیچیده صنعتی خواهد داشت. در این راستا، مراکز بین‌المللی ارزیابی کیفی آموزش مهندسی مقوله مهندس۲۰۲۰ (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳) و (ABET, 2018) و شاخص‌های آن را تبلیغ و برای این مهم چهارچوب و استاندارد تعریف کرده‌اند (Crawley et al., 2014).



شکل ۴. حیطه‌های سه‌گانه یادگیری در طراحی اهداف درس

در بخش بعدی طرح درس پیامدمحور، همانطور که در شکل ۵ نمایش داده شده است، ۶ هدف یادگیری برای درس «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲» توسط مدرس مشخص شده است. به جهت موقعیت ویژه این درس در مهندسی برق و نزدیکی آن با انتهای دوره (ارائه‌شده درترم ۷ و انتهای

1- Learning Outcome: LO
2- Program Outcome: PO
3- Cognitive Skills
4- Psychomotor Skills
5- Affective Skills

دوره تحصیلی کارشناسی) برای ورود به بازار کار، تمرکز کاربردی بر روی مفاد این درس را بیش‌ازپیش می‌طلبد. ۶ هدف طراحی‌شده ناظر بر ۶ سرفصل اصلی و به گونه‌ای اهداف یادگیری شش‌گانه درس هستند که باید دستیابی حداکثری به ۱۲ هدف دوره کارشناسی را تضمین کنند.

در مرحله بعدی توزیع کیفی اهداف یادگیری درس روی سه حیطه یادگیری شامل شناختی، عاطفی و روانی - حرکتی انجام می‌گیرد. مطابق شکل ۶ عمق کیفی هر عامل در یک جدول با ضرایب نفوذ ۱و ۲ و ۳ بیان شده است، که «۱» نشانگر کمترین عمق و «۳» به معنای عمیق‌ترین نفوذ در حیطه موردنظر تفسیر می‌شوند. در ادامه طرح درس پیشنهادی، همانطور که از شکل ۶ برمی‌آید، روش تدریس و یادگیری، برنامه هفتگی و محل تشکیل کلاس درس و همچنین ساعات مشاوره حضوری در دانشگاه به‌صورت کاملاً شفاف آورده می‌شود.

طرح درس: تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی۲

اهداف یادگیری درس:

LO1: مدل سازی سیستمهای انرژی الکتریکی توسط مدل ادمیتانس [Ybus] و امپدانس [Zbus]

LO2: محاسبه خطاهای متقارن با استفاده از ماتریس و مدارهای معادل Zbus

LO3: یافتن مولفه های متقارن فازورهای نامتقارن

LO4: تحلیل انواع خطاهای نامتقارن با استفاده از توالی شبکه

LO5: بررسی پایداری سیستمهای انرژی الکتریکی با استفاده از معیار سطوح برابر و معادله نوسان

LO6: طراحی کامپیوتری سیستم قدرت در یک نرم افزار تجاری مانند ®Digsilent (تحلیل امنیت، ارزیابی پایداری)

شکل ۵: بخش ۳ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

بخش بعدی طرح درس پیشنهادی به تشریح برنامه هفتگی ارائه محتوای درس می‌پردازد. شکل ۷ نحوه پخش ۶ سرفصل اصلی درس سه واحدی تحلیل ۲ را در طول ۱۶هفته آموزشی نیمسال تحصیلی به‌تفکیک ساعات تخصیص یافته آموزشی (۴۸ ساعت) نشان می‌دهد.

در قسمت بعدی طرح درس پیامدمحور، سیستم ارزشیابی درس با جزئیات محتوایی، ارزشی و مکانی ارزیاب‌ها مشخص می‌شوند که در طراحی سنجش‌های درس تحلیل ۲، تکلیف فردی و آزمون‌های[1] شفاهی هرکدام با ۵٪ وزن، آزمون میان‌ترم با ۱۰٪ اثر، پروژه تیمی با ۲۰٪ وزن و در آخر برگه پایان‌ترم با ۶۰٪ سهم نهایی دانشجو را از میزان یادگیری‌ها و پیامدهای درس نمایان خواهد کرد. در

۱- برابر نهاد فارسی واژه «کوئیز»، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی

ادامه، همانطور که در شکل ۸ دیده می‌شود، کیفیت پوشش اهداف یادگیری درس توسط سرفصل‌های ارزشیابی مشخص می‌شوند. به سهولت می‌توان دریافت که با خط‌مشی پنج‌گانه ارزشیابی‌ها، به‌طور صددرصدی تمام شش هدف یادگیری پوشش داده شده‌اند.

ماتریس همپوشانی اهداف یادگیری و حیطه یادگیری (LO->H[3])

اهداف یادگیری درس	درکی ـ شناختی (Cognitive)	طراحانه و خلاقانه (Psychomotor)	مدیریتی و عاطفی (Affective)
LO1	۲		
LO2	۲	۲	
LO3	۲		
LO4	۳	۱	
LO5	۳		
LO6	۲	۳	۲

توضیح: ۱=کم ۲= نسبتا" ۳= خیلی

روش تدریس و یادگیری درس:

مطالب این درس بصورت زیر ارائه می گردد:

-ترکیب استفاده از اسلایدهای درس و تخته-ماژیک

-استفاده از LMSپایگاه مدیریت یادگیری Schoology

-حل تمرین

- نرم افزار MATLAB و Microsoft Visual studio و Digsilent

برنامه هفتگی برگزاری کلاس:

چهارشنبه ها:۱۷-۱۵ اتاق ۳۲۵ ساختمان شهید احمدی روشن

چهارشنبه ها(فرد) : ۱۵-۱۳ اتاق ۳۲۱ ساختمان شهید احمدی روشن

ساعت مشاوره هفتگی و محل: دو شنبه ها ۱۰-۱۲، دفتر برنامه ریزی، ساختمان شهید موافق

شکل ۶: بخش ۴ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

۳. بخش ۴ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

در گام بعدی مراجع و منابع برای درس تحلیل ۲ بیان می‌شوند. این منابع به‌صورت مجزا، به‌عنوان منابع و مراجع اصلی و فرعی همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده است، در این بخش آورده می‌شوند. شفافیت در آدرس‌دهی منابع درس، زمینه‌های بهره‌برداری دانشجویان را در زمینه‌های فراکلاسی و یادگیری‌های مستمر فراهم می‌آورد. در ادامه، محدودیت‌ها و شرایط تحویل تکالیف فردی و گروهی مانند آنچه در شکل ۹ نشان داده شده است، تشریح شده است.

۴. تحلیل عملکرد طرح درس پیشنهادی

در بخش ۲ طرح درس پیشنهادی که مبتنی بر پیامدهای یادگیری بوده است، معرفی شد و سرفصل‌ها آن بازنمایی شد. همانطور که پیش‌تر بیان شد، مبنای طرح‌ریزی درس تهیه یک سیستم مدیریت، نظارت و ارزیابی بر محصولات آموزشی (اهداف یادگیری) است. لذا نقطه کانونی و متمایز طرح درس پیشنهادی تمرکز بر روند شکل‌گیری یادگیری‌ها، فنون ارزیابی آنها و تهیه نقشه راه دستیابی حداکثری و درنهایت هدایت بهینه آنها در نیمسال‌های بعدی است. شکل ۱۰ مسیر مدیریت کیفی درس و اهداف بالادستی را نشان می‌دهد. مطابق شکل، به‌صورت شفاف، نقش کلیدی طراحی مناسب درس در کسب اهداف برنامه‌های مدیریت کیفی آموزش مجموعه را به‌وضوح نمایان می‌سازد. بنابراین طراحی دقیق نقشه درس که مشتمل بر نقطه‌گذاری اهداف یادگیری درس و سنجش مناسب آنها در طی نیمسال است، نقش تعیین‌کننده‌ای در پیشبرد سیاست‌های کنترل کیفیت آموزش در حوزه‌های مدیریتی مختلف دارد که به تفکیک در شکل ۱۰ به تصویر کشیده شده است.

هفته #	موضوع جلسه	تعداد ساعات تدریس
	مدل ادمیتانس و محاسبات شبکه:	
۱	ـ شبکه ادمیتانس معادل	
۲	ـ ماتریس تلاقی شبکه	۴
	ـ Ybus	
	مدل امپدانس و محاسبات شبکه:	
۲	ـ ماتریس های ادمیتانس و امپدانس شبکه	۲
۳	ـ اصلاح ماتریس Zbus موجود	۴
۳	ـ پیدا کردن ماتریس امپدانس شینه به روش مستقیم	
۴	ـ دیاگرام تک خطی	۴
	خطاهای متقارن:	
۵	ـ حالتهای گذرا در مدارهای RL سری	۶
۵	ـ محاسبه خطا با استفاده از ماتریس Zbus	
۶	ـ محاسبات اتصال کوتاه با استفاده از مدارهای معادل Zbus	

ادامه شکل ۷

	مولفه های متقارن و شبکه های توالی:	
۷	ـ بررسی فازوهای نامتقارن از طریق مولفه های متقارن	
۸	ـ مولفه های متقارن فازورهای نامتقارن	۴
۹	ـ مدارهای ستاره مثلث متقارن	۲
۹	ـ توان برحسب مولفه های متقارن	۴
۱۰	ـ مدارهای متوالی	
۱۱	ـ شبکه های متوالی	
	خطاهای نامتقارن:	
۱۲	ـ خطای یک خط به زمین	۴
۱۲	ـ خطای خط به خط	
۱۳	ـ خطای دو خط به زمین	
۱۳	ـ خطای مدارباز	۴
	پایداری سیستم قدرت:	
۱۴	ـ مساله پایداری	۲
۱۵	ـ دینامیک روتور و معادله نوسان	۴
۱۵	ـ معادله توان-زاویه	۴
۱۶	ـ معیار سطح های برابر	
۱۶	ـ حل گام به گام منحنی نوسان	

شکل ۷: بخش ۵(برنامه هفتگی) از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامد-محور

سیستم ارزشیابی درس:

متد ارزشیابی	وزن المان ارزشیابی (٪)	هفته برگزاری
تکلیف فردی(ساخت مدل کامپیوتری ماتریس ادمیتانس و امپدانس و تحلیل کیفیت توان تحت خطای متقارن با استفاده از cell Excel programming®)	۵٪	هفته# ۳ شروع هفته# ۶ تحویل
کوئیزهای شفاهی (تمام فصل ها یا بدون اعلام قبلی)	۵٪	هفته# ۱۵-۱
امتحان میان ترم(تا پایان فصل خطاهای متقارن)	۱۰٪	هفته# ۱۲ (۸ آذر ۹۶- ساعت ۱۶-۱۷ اتاق ۳۲۱)
پروژه گروهی(تحلیل و شبیه سازی کامپیوتری امتیت شبکه قدرت تحت خطاهای نامتقارن توسط نرم افزار تجاری Digsilent® Power Factory)	۲۰٪	هفته#۱۲ شروع هفته# ۱۵ تحویل و ارائه
امتحان پایان ترم(تمام فصل ها)	۶۰٪	هفته# ۱۷ - ۱۹

ماتریس همپوشانی ارزشیابی و اهداف یادگیری درس:

متد ارزشیابی	LO1	LO2	LO3	LO4	LO5	LO6
تکلیف فردی	√	√				
کوئیزها	√	√	√	√	√	
امتحان میان ترم	√	√				
پروژه گروهی			√	√		√
امتحان پایان ترم	√	√	√	√	√	√

Agile Entrepreneurial Professional

شکل ۸: بخش ۶ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

چرخه ارتباطی SO[1]+LO+PO توسط استاد درس، مدیر گروه، مدیر و معاونت حوزه آموزش نظارت و هدایت می‌شود. استاد درس با تدوین طرح درس و پی‌ریزی اهداف یادگیری آن که تابعی از شفافیت، سادگی و اندازه‌پذیر بودن است، اقدام به ارائه فصل‌های درس با رویکرد هم‌پوشانی بیشینه اهداف یادگیری درس می‌کند، که این مهم در طول یک نیمسال انجام می‌پذیرد. در شکل۱۰ سهم حوزه مدیریتی مدرس در تأمین اهداف شش‌گانه یادگیری درس (LO۱-LO۶) و به طور غیرمستقیم، اهداف دوازده‌گانه برنامه کارشناسی مهندسی برق (PO۱-PO۱۲) را به‌طور طرح‌واره‌ای نشان می‌دهد. همانطور که از ساختار شکل ۱۰ برمی‌آید طراحی نظام ارزشیابی و کنترل کیفی بر مبنای پیامدها است. در طرح عملیاتی مدیریت کیفی آموزش‌های مهندسی دوره مورد مطالعه این مقاله، کارشناسی مهندسی برق، در واقع سه بازه متمرکز استاد، مدیر گروه و مدیریت آموزش با محوریت پیامدها با یکدیگر هم‌پوشانی فرایندی داشته‌اند.

طرح درس: تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی[2]

مراجع و منابع اصلی:

1- W. D. Stevenson, Elements of Power Systems Analysis, 4th ed. McGraw-Hill, 1982

2- Hadi Saadat, Power System Analysis, PSA Publishing, 3rd Edition, 2010

3-Denny and D. E. Dismukes, Power System Operation and Electricity Markets

مراجع و منابع فرعی:

1-T. Gonen, Modern Power System Analysis, CRC Press, 2nd edition, 2013

2- O. L. Elgerd, Electric energy systems theory: An Introduction, McGraw-Hill, 1972

3-M. E. El-Hawary, Electrical Energy Systems, CRC Press

محدودیت ها و شرایط تکالیف تحویلی و ضوابط اعطاء وقت اضافه:

۱- تکالیف تحویلی و گزارش ها باید دارای قالب استاندارد (سه صفحه Cover Pages ابتدای هر گزارش که از وب سایت دانشگاه قابل دانلود می باشد)بهمراه تاریخ قید شده و امضاء تمام اعضای گروه باشد.

۲- دانشجویان می بایست تکالیف و گزارش ها را در زمان مقرر بصورت فایل نرم softcopy در پایگاه Schoology درس بفرستد و گزارش پرینت شده hardcopy را مستقیما" به استاد درس تحویل دهد.

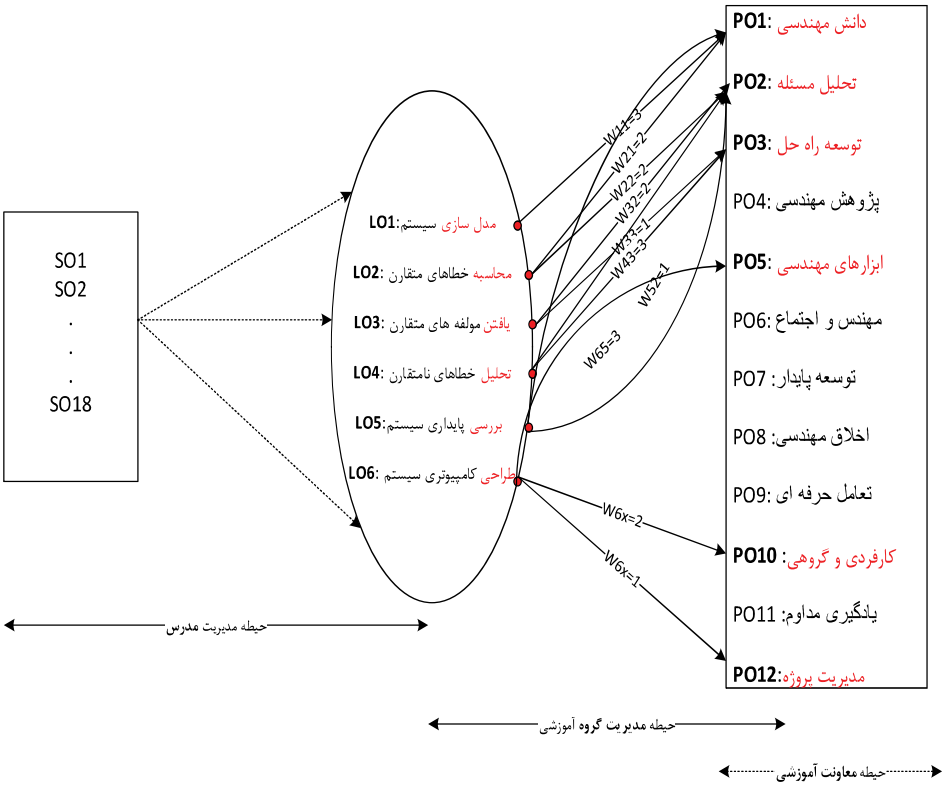
۳- هرگونه دیرکرد در تحویل گزارش و یا پروژه چه softcopy ویا hardcopy مشمول خسارت خواهد شد و به ازای هر روز دیرکرد ۱۰٪ از نمره احتسابی شما برای آن المان ارزشیابی کسر خواهد شد.

شکل ۹: بخش ۷ از ساختار طرح درس پیشنهادی پیامدمحور

موتور حرکتی این رویکرد طراحی مناسب اهداف بالادستی توسط شورای راهبردی دانشگاه و

1- Syllabus Outcome [SO]

به‌تبع آن پی‌ریزی اهداف یادگیری درس‌های مختلف در دوره‌های دایرشده در دانشگاه است. اهداف یادگیری درس‌ها به قسمی تعیین می‌شوند که شاخص‌های دوازده‌گانه اهداف کلی دانشگاه را پوشش دهند. لذا جمع آثار اهداف یادگیری تمام درس‌های دوره‌های کارشناسی دانشگاه، میزان دستیابی به هریک از اهداف برنامه دانشگاه را تقریر می‌سازد. اهداف بالادستی با نگاه بالادستی و توسعه منطقه‌ای به‌طوری که نیازهای اساسی مراکز صنعتی منطقه تحت الشعاع قرار یابند، تدارک دیده شده‌اند. لازم به ذکر است که این مهم در نمایی بزرگ‌تر، تولید یک مهندس ماهر و مسلط بر دانش‌های روز مهندسی، اصول مدیریت پروژه و امور مالی و مهارت‌های عاطفی در کار گروهی و امور اجتماعی را مورد توجه قرار می‌دهد.



شکل ۱۰: ساختار عملیاتی و مدیریتی طرح درس تحلیل ۲ با رویکرد پیامدمحور

شکل ۱۰ که روی طراحی درس «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲» در دروه کارشناسی مهندسی برق متمرکز شده است، نگاشت عملیاتی و پوشش فنی هر هدف یادگیری درس «تحلیل ۲» را به اهداف بالاسری برنامه نشان می‌دهد. wij پیوند و ضریب نفوذ هر LO به PO مرتبط را نمایش می‌دهد که

i نمایانگر LOi درس تحلیل و اندیس j نگاشت آن به POj برنامه را نشان می‌دهد. درحقیقت ضرایب فوق بیانگر عمق راهبردی هر LO روی POها هستند. همانطور که در شکل ۱۰ دیده می‌شود، بیشترین تراکم نگاشت‌ها روی PO۱ با جمع کلی ۸ بوده است، که عمق نفوذ ۳۲ درصدی LOهای درس «تحلیل ۲» روی PO۱ و با ۲۸ درصد نفوذ روی PO۲ ، ۱۶ درصد پوشش روی PO۳ ، ۱۲ درصد ارتباط با PO۵، ۸ درصد اثر بر روی PO۱۰ و نهایتاً ۴ درصد وزن بر روی PO۱۲ را به تصویر می‌کشد. اما طراح اصلی این سازوکار عملکردی و وزن‌دهی راهبردی کیست؟ پاسخ در شروع فرایند و توسط استاد درس با مزربندی قلمرو درس، پی‌ریز اهداف یادگیری با محوریت پوشش حداکثری POها و سیاست‌های ارزشیابی نهفته است. چنین می‌توان گفت که طراحی دقیق و مناسب طرح درس ضامن سعادت اهداف برنامه، درس و کیفیت آموزش‌های مهندسی ارائه شده است. در شکل۱۰ همچنین زوایای نظارتی و تضمین کیفی در سه سطح مدیریتی برجسته شده است تا نقش بهبود عملکرد هر ناحیه، برای مثال بهبود عملکرد مدرس در آدرس‌دهی بهتر اهداف یادگیری درس و روش‌های ارزشیابی آن روی سنجش حوزه‌های مدیریت گروه و معاونت آموزش و اهداف بالادستی، در حرکت پایدار کلی سیستم آموزش شفاف شود.

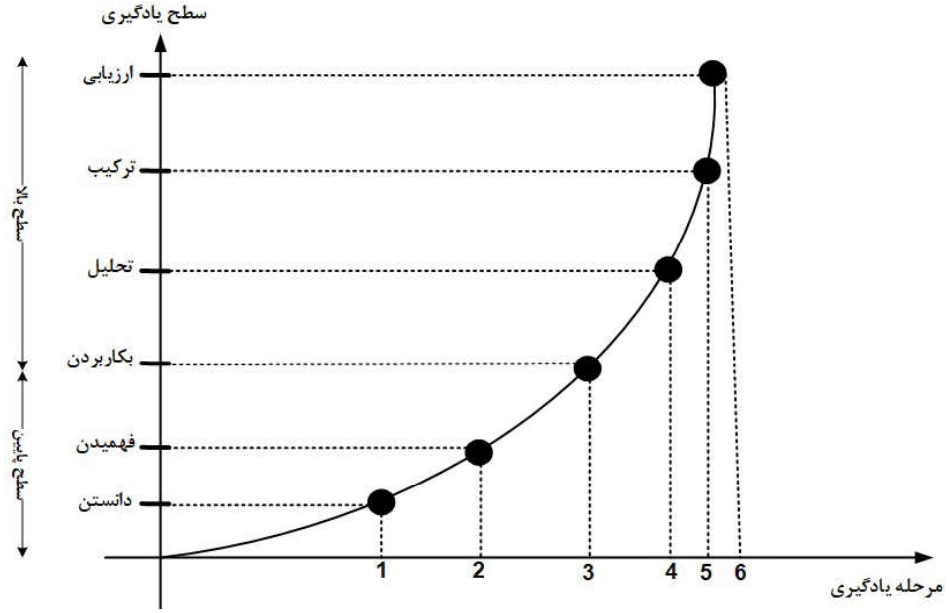
لذا در طرح درس پیشنهادی تمرکز اصلی و شاه‌کلید طراحی آن بر پایه LOها یا پیامدهای آموزش درس موردنظر در دانشجویان بوده است که فاکتوری قابل اندازه‌گیری و مدیریت‌پذیر است. این مهم در شکل ۵ به‌عنوان مهم‌ترین بخش طرح درس پیشنهادی در قالب شش هدف یادگیری درس آورده شده است. نقطه کانونی هر یک از این اهداف تعیین پیامد یا به عبارتی فعل به‌کاررفته در بیان هدف است. برای نمونه، در هدف ۱ (LO۱) فعل «مدل‌سازی» به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری یا در هدف ۶، فعل «طراحی کردن» به‌عنوان معیار ارزیابی به کار می‌روند. توفیق یا عدم افعال به‌کارگرفته پس از پوشش سرفصل‌ها (SOها) و اجرای نمونه‌های ارزشیابی مطابق آنچه در شکل ۷ آورده شده است، محاسبه می‌شوند. برای روشن شدن اهمیت آنها، افعال موردنظر در شکل ۱۰ نیز برجسته شده‌اند. لذا فعل به‌کاررفته باید کاملاً شفاف به بیان هدف بپردازد و قابل سنجش و اندازه‌گیری مناسب توسط سیستم ارزشیابی درس (در مورد درس «تحلیل ۲» مطابق شکل ۸ شامل ۵ شاخص ارزشیابی) باشد.

به‌منظور پی‌ریزی طرح درس اثربخش با محوریت پیامدهای یادگیری (LO) و تدارک ارزیاب‌های متناسب با آن، درک چگونگی ریشه دواندن یادگیری‌های مداوم در دانشجوی مهندسی ضروری به نظر می‌رسد. مدل ارائه‌شده توسط بلوم[1] و همکاران (۱۹۵۶) در تقسیم یادگیری‌ها در حیطه‌های مختلف و دسته‌بندی و سطح‌دهی اهداف یادگیری، اصلی‌ترین شاخص در ای-ن مبح-ث است. شکل ۱۱ نحوه آدرس‌دهی ۶ هدف یادگیری در سه حیطه شناختی، عاطفی و حرکتی - روانی نشان داده است، که جدول آن به‌صورت عددی ۱-۳ وزن‌دهی شده است.

1- Bloom

رده‌بندی سطوح یادگیری بلوم در حوزه شناختی در شکل ۱۱ به‌صورت یک فرایند صعودی ترسیم شده است، که سلسله‌مراتب و عمق یادگیری را در دانشجو به ترتیب از مرحله «دانستن» که سطح پایه یادگیری روی مطالب ساده مهندسی است، به سطح دوم که فهمیدن و سطح سوم که به کار بردن دانسته‌ها است، نشان می‌دهد. هر سطح نسبت به سطح پیشین دارای دشواری‌های بیشتر در یادگیری است و نیازمند صرف مهارت آموزشی بیشتر از طرف استاد و تنظیم ارزیاب مناسب برای آنها است. در بازه ۳ تا ۶ که سطوح بالای تفکر از منظر بلوم تلقی می‌شود، چالش‌های یادگیری مباحث پیچیده‌تر و نمونه‌ها و ابهامات یادگیری مطالب بیشتر است و دانشجو علاوه بر دانستن، فهمیدن و به‌کار بردن باید توان تجزیه‌وتحلیل و همچنین ارزیابی و قضاوت روی مسائل پیچیده مهندسی را داشته باشد.

طبقه‌بندی مشابهی برای دو حیطه یادگیری دیگر قابل تصور است، بنابراین به ترتیب صعودی سطوح یادگیری حیطه روانی - حرکتی شامل مشاهده و تقلید، اجرای عمل بدون کمک، دقت در عمل، هماهنگی حرکات و در انتها عادی شدن عمل مانند واکنش‌های یک راننده در شرایط بحرانی خواهد بود. این مبحث در حیطه عاطفی با سلسه‌مراتب یادگیری به‌طوری‌که ابتدا دریافت و توجه کردن، سپس پاسخ دادن، به دنبال آن ارزش‌گذاری، سازماندهی ارزش‌ها، و در نتیجه تبلور ارزش‌های سازمان‌یافته در شخصیت دانشجو به ظهور خواهد رسید.



شکل ۱۱: سلسله‌مراتب یادگیری از دیدگاه بلوم

کارکرد بهینه طرح درس و اثربخش بودن سیاست‌های تدوین‌شده آن (یاددهی، یادگیری، ارزیابی)، مستلزم اجرای رویکردهای نظارتی و کنترلی است. طرح درس پیشنهادی در مقایسه با مدل‌های ارائه‌شده امکان دسترسی به روند حرکتی و کیفیت پیشروی آموزش‌ها در طول و عرض درس دارد و به مدیران بالادست قدرت مشاهده، نظارت و ارزیابی می‌دهد. این ویژگی که در طرح درس معرفی‌شده مشهود است، بر محوریت پیامدها به معنی محصول نهایی آموزش‌های مهندسی در دانشجو تأکید می‌ورزد. یکی از بخش‌های مهم طرح درس پیشنهادی که در چرخه دقیق مدیریتی قرار می‌گیرد، ارزیابی میزان پیامدها و دستاوردهای یادگیری درس (LO۱ تا LO۶) از طریق شاخص‌های ارزشیابی است.

جدول ۱ نقشه ساخت‌نگاشت سرفصل‌های درس تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی۲ (در شکل ۷ به نحوه پوشش هفتگی سرفصل‌ها در طی یک نیمسال) به سطوح یادگیری شش‌گانه را برای پرسش‌های برگه امتحانی نشان می‌دهد. این فرم عموماً در حین طراحی پرسش‌های میان‌ترم و پایان‌ترم توسط مدرس تکمیل شده و در فایل آموزشی - سنجشی درس قرار می‌گیرد. درواقع، توزیع و تراکم یادگیری به تفکیک هر سرفصل و زیربخش‌های آن متناسب با شش سطح افزایشی بلوم‌نگاشت خواهد شد. این رویکرد راه را برای نظارت مرحله‌ای بر نحوه پوشش اهداف یادگیری از طریق ارزشیابی‌های مبتنی بر برگه امتحانی (میان‌ترم، تست، پایان‌ترم) فراهم می‌کند. بر این اساس، برگه امتحانی ۷۲/۵ درصد (۲۰ درصد ارزیابی میزان دانستن، ۲۲ درصد پرسش‌ها میزان فهمیدن و ۲۸/۵ درصد ارزشیابی به نحوه به کار بستن و استفاده از مفاهیم) روی سطوح پایین طبقه‌بندی بلوم و ۲۷/۵درصد (۲۲درصد ارزیابی تحلیل مسئله، ۵/۵ درصد توانایی ترکیب دانسته‌ها و صفر درصد قضاوت و بررسی) روی سطوح یادگیری دشوار متمرکز شده است.

جدول ۱: نقشه ساخت پرسش‌های آزمون پایان‌ترم

کد درس/ نام درس: ۴۶۴۲۰۶/ تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی۲ — نام استاد:.....

سطح/ نیمسال تحصیلی: سال۴/ نیمسال ۱ — تاریخ آماده سازی: .....

دوره کارشناسی: مهندسی برق

عنوان سرفصل	پیامدهای یادگیری موضوعی سرفصل	سطوح یادگیری بلوم						نوع سوال	
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	حل مسئله	توصیفی
مدل ادمیتانس و محاسبات شبکه	یافتن مدل مداری شبکه ادمیتانس معادل	✓						۱- الف	
	مدل سازی ماتریس تلاقی شبکه		✓					۱- الف	
	تشکیل ماتریس Ybus		✓					۱- الف	

ادامه جدول ۱

مدل امپدانس و محاسبات شبکه	ساختن ماتریس‌های ادمیتانس و امینانس شبکه	✓							۱- ب
	اصلاح ماتریس Zbus موجود		✓						۱- ب
	پیدا کردن ماتریس امپدانس شبکه به روش مستقیم	✓							۱- ج
	ترسیم دیاگرام تک خطی	✓							۱- ج
خطاهای متقارن	آشنایی با حالتهای گذرا در مدارهای RL سری	✓							۲-الف
	محاسبه خطا با استفاده از ماتریس Zbus		✓	✓					۲- الف
	محاسبه اتصال کوتاه با استفاده از مدارهای معادل Zbus			✓	✓				۲- ب
مولفه‌های متقارن و شبکه‌های توالی	بیان فازورهای نامتقارن از طریق مولفه‌های متقارن	✓							۳- الف
	تعریف کردن مولفه‌های متقارن فازورهای نامتقارن		✓						۳- الف
	تعیف مدارهای ستاره مثلث متقارن			✓	✓				۳- ب
	محاسبه توان بر حسب مولفه‌های متقارن			✓					۳-ب
	تشکیل مدارهای متوالی		✓	✓					۳-ج
	آنالیز شبکه‌های متوالی			✓	✓				۳-ج
خطاهای نامتقارن	تحلیل خطای یک خط به زمین				✓	✓			۳-ج
	تحلیل خطای خط به خط			✓	✓				۳-ج
	تحلیل خطای دو خط به زمین				✓				۳-ج
	تحلیل خطای مدارباز		✓						۳-ج
پایداری سیستم قدرت	بیان مساله پایداری	✓							۴-الف
	مدل سازی دینامیک روتور و معادله نوسان		✓	✓					۴-الف
	بررسی معدله توان - زاویه			✓	✓				۴-ب
	تحلیل پایداری با معیار سطح‌های برابر				✓	✓			۴-ب
	حل گام به گام منحنی نوسان در آنالیز پیداری			✓					۴-الف
	جمع	۷	۸	۱۰	۸	۲	۰		

یکی از مهم‌ترین برآوردها و نتایج عملکرد آموزشی درس که می‌تواند به‌صورت شگرف در مدیریت و ارزیابی کیفیت آموزش‌ها مفید واقع شود، سنجش سطح پوشش پیامدهای درس در سلسه‌مراتب

یادگیری بلوم است. جدول ۲ نگاشت پیامدهای یادگیری (LOها) و پرسش‌های برگه امتحانی را نشان می‌دهد. فرم حاضر امکان بررسی نحوه عملکرد LOها را در درس «تحلیل ۲» برای ناظر فراهم می‌کند و به مدیر مربوط امکان مسیریابی کیفی پوشش پیامدها را می‌دهد. جدول ۲ نشان می‌دهد که جمعاً ۷۲درصد پیامدهای یادگیری در پرسش‌های آزمون در سطوح پایین بلوم (۱-۳) جای گرفته‌اند و ۲۸درصد حاوی سطح دشواری بیشتر در یادگیری است و پرسش‌ها پیچیدگی بالاتری داشته‌اند و مطابق این جدول در سطوح تفکر بالای بلوم جای گرفته‌اند (۳-۶). نکته حائز اهمیت در جدول‌های ۱ و ۲ نبودِ سطح ششم بلوم در نگاشت پرسش‌های آزمون است که این به سبب نوع طراحی هدف ششم یادگیری که ناظر بر طراحی رایانه‌ای سیستم است، رخ داده است؛ لذا این بخش از طریق پروژه‌های فردی و گروهی ارزیابی می‌شوند.

جدول ۲: نگاشت پیامدهای یادگیری (LOها) بر روی پرسش‌های برگه امتحانی

کد درس/نام درس:۴۶۴۲۰۶ / تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی۲ — نام استاد: ----------

سطح/نیمسال تحصیلی: سال ۴/ نیمسال ۱ — تاریخ آماده سازی:----------

دوره کارشناسی: مهندسی برق

	پیامد های یادگیری	سطوح یادگیری بلوم ۱	۲	۳	۴	۵	۶	نوع سوال: حل مساله	توصیفی
LO1	مدل سازی سیستمهای انرژی الکتریکی با مدل ادمیتانس [Y_{bus}] و امپدانس[Z_{bus}]	✓	✓					۱-الف تا ج	
LO2	محاسبه خطاهای متقارن با استفاده از ماتریس و مدار های معادل Z_{bus}	✓	✓	✓	✓			۲-الف و ب	
LO3	یافتن مولفه های متقارن فازور های نامتقارن	✓	✓	✓	✓			۳-الف و ب	
LO4	تحلیل انواع خطاهای نامتقارن با استفاده از توالی شبکه		✓	✓	✓			۳-ج	
LO5	بررسی پایداری سیستمهای انرژی الکتریکی با استفاده از معیار سطوح برابر و معادله نوسان	✓	✓	✓	✓	✓		۴-الف و ب	
LO6	طراحی کامپیوتری سیستم قدرت در یک نرم افزار تجاری مانند DigSilent								
	جمع	۴	۵	۴	۴	۱	۰		

یکی از کارکردهای مؤثر طرح درس در تضمین و نظارت پوشش کامل سرفصل‌های مصوب وزارت علوم است که شوربختانه به دلایلی ازجمله نبودِ سازوکار نظارت و ارزیابی آموزشی، مورد توجه تام مدرسان قرار نمی‌گیرد. در نتیجه زوایای رکود علمی در دوره آموزشی گسترش یافته و درجه رقابت‌پذیری و کیفیت دانش‌آموخته‌ها را به‌صورت محسوس دستخوش قرار می‌دهد. افت محسوس ناشی از عدم دسترسی به فرصت‌های تحصیلات تکمیلی به جهت رکود علمی نسبت به استانداردهای پرسش‌های کنکور ورودی، سلب فرصت اشتغال‌یابی و عدم نمایش کارآیی‌های لازم برای دانش‌آموخته دوره مربوط در مقایسه با شاخص‌های فنی و کارشناسی استاندارد می‌تواند شناسنامه علمی دانشگاه را نزد ذی‌نفعان صنعتی نامرغوب جلوه دهد. در نتیجه به هویت و جایگاه علمی دانشگاه در نقش و مأموریت

منطقه‌ای و ملی خدشه وارد خواهد شد. در این راستا، طرح درس ارائه‌شده ابزارهای لازم برای اعمال روندهای ارزیابی و نظارت محتوای آموزشی را به شکل مدون فراهم می‌کند. همانطور که پیش‌تر در شکل ۷ نشان داده شد، ۶ سرفصل اصلی درس «تحلیل ۲» در بازه ۱۶ هفته مؤثر آموزشی توزیع شده است و در ابتدای نیمسال در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد.

در فرایند ارزیابی کلاس، درس و استاد، جدول ۳ ارزیاب طرح درس را نشان می‌دهد که توسط مدرس در طی نیمسال و پس از ارائه هر بخش از سرفصل که پیش‌تر در طرح درس با جزئیات در اختیار دانشجو قرار گرفته است، تکمیل می‌شود. با شروع هر هفته مدرس به تفکیک مبحث به ارائه مطالب، سنجش یادگیری‌ها و برنامه‌ریزی جلسات حل تمرین، آزمونک، کلاس‌های جبرانی، آزمون و تست‌های برگه‌ای می‌پردازد. مطابق شکل، مدرس در ستون‌های تعبیه‌شده، نقشه اجرایی درس را کامل کرده و در انتهای ترم فرم مربوط را امضا می‌کند و به مدیریت گروه تحویل می‌دهد. فرم مربوط برای بررسی و تأیید و سپس ارجاع به مدیریت آموزش برای ارزیابی پایانی و بایگانی در فایل - آموزشی سنجشی درس‌های ترم قرار می‌گیرد. این مدرک به‌عنوان یک سند ارزیابی فراکلاس در سنجش‌های بعدی استفاده می‌شود. برای مثال، در صورت دریافت شکایت و انتقاد آموزشی، این سند به‌طور ویژه امکان بررسی و راستی‌آزمایی اعتراض را فراهم کرده و قضاوت‌های سطحی را از کیفیت استاد و درس محدود می‌کند.

یکی از مهم‌ترین اطلاعات داده‌شده در طرح درس پیشنهادی که مورد استفاده ارزیابی‌های درونی قرار می‌گیرد، اطلاعات کلاس و ساعت‌های مشاوره حضوری است که در موارد زیادی از نگاه تیم نظارت و ارزیابی دانشگاه مغفول مانده و اسباب نارضایتی دانشجویان را، به‌عنوان مشتریان اصلی، فراهم می‌کند. در طرح درس پیامدمحور پیشنهادی، این مهم گنجانده شده و مدرس در ابتدای شروع نیمسال علاوه بر دسترسی دانشجویان به اطلاعات طرح درس، در برنامه حضور هفتگی خود مکان و زمان قطعی حضور فیزیکی خود به‌منظور ارائه مشاوره اعلام می‌دارد. جدول ۴ نحوه جای‌دهی ساعت مشاوره حضوری را برای بررسی شاخص‌های ارزیابی‌های عملکرد استاد و کلاس نشان می‌دهد.

۵. بحث نتایج

در بخش‌های پیشین طرح درس پیامدمحور پیشنهادی معرفی و زوایای ارزیابی درون‌درسی و برون‌درسی آن اشاره شد. حال به سهولت می‌توان پی برد که چگونه طرح درس پیامدمحور قادر است در مدیریت کیفیت آموزش‌های مهندسی در سطوح مختلف و ارزیابی درونی دوره‌های کارشناسی نقشی مهم ایفا کند. طرح درس به‌مثابه یک راهبرد آموزشی، روندهای کیفی پوشش اهداف یادگیری را جهت داده و انحرافات و ناپایداری‌های محتمل سیستم آموزشی را تقلیل می‌دهد. بنابراین، کاربرد طرح درس در حد بالایی در مدیریت و ارزیابی عملکرد سیاست‌های آموزشی تأثیر می‌گذارد. به‌همین

دلیل، به‌کارگیری طرح درس در نمای مدیریتی وسیع‌تر امری ضروری به نظر می‌رسد. طرح درس توصیف‌شده در این نوشتار با تأکید بر پیامدها در طراحی درس، اهداف، روش‌ها، ارزشیابی‌ها و مقررات کلاس سهم حداکثری در پیشبرد سیاست‌های کیفی آموزش مهندسی دارد. حال به بررسی مزایای نهفته پیامدمحور طرح درس پیشنهادی در حوزه ارتقا و بهبود کارآیی درس، هدایت بهینه اهداف یادگیری و انطباق عملی با الزامات استانداردهای مدیریت کیفیت آموزش می‌پردازیم.

جدول ۳: فرم ارزیابی طرح درس

گروه: مهندسی برق و کامپیوتر
رشته: کارشناسی مهندسی برق
عنوان درس: تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی۲
کد درس: ۴۶۴۲۰۶
محل کلاس: ساختمان شهید احمدی روشن، اتاق ۳۲۵ و۳۲۱

ترم: نیمسال اول ۹۶-۹۶
تاریخ شروع ترم: ۹۶/۰۶/۱۹
تاریخ پایان ترم: ۹۶/۱۰/۱۲
نام استاد:
ایمیل استاد:

هفته	موضوع جلسه	تاریخ فعالیت انجام شده	نوع فعالیت (تدریس، تست، آزمونک، حل تمرین، ارایه پروژه)
۱و۲	معرفی مدل ادمیتانس و محاسبات شبکه: ـ شبکه ادمیتانس معادل ـ ماتریس تلاقی شبکه ـ Ybus	۹۶/۰۶/۲۲ ۹۶/۰۷/۰۵	ـ تدریس ـ تدریس
۳و۴	مدل امپدانس و محاسبات شبکه: ـ ماتریس‌های ادمیتانس و امپدانس شبکه ـ اصلاح ماتریس Zbus موجود ـ پیدا کردن ماتریس امپدانس شبکه به روش مستقیم ـ دیاگرام تک خطی	۹۶/۰۷/۱۲ ۹۶/۰۷/۱۹	ـ تدریس ـ تدریس ـ آزمونک شفاهی
۵و۶	خطاهای متقارن: ـ حالتهای گذرا در مدارهای RL سری ـ محاسبه خطا با استفاده از ماتریس Zbus ـ محاسبات اتصال کوتاه با استفاده از مدارهای معادل Zbus	۹۷/۰۷/۲۶ ۹۶/۰۸/۰۳	ـ تدریس ـ تدریس ـ تدریس و دریافت پروژه‌های فردی روی حساب schoology کلاس
۷-۱۱	مولفه‌های متقارن و شبکه‌های توالی: ـ بررسی فاژوهای نامتقارن از طریق مولفه‌های متقارن ـ مولفه‌های متقارن فاژورهای نامتقارن ـ مدارهای ستاره مثلث متقارن ـ توان برحسب مولفه‌های متقارن ـ مدارهای متوالی ـ شبکه‌های متوالی	۹۶/۰۸/۱۰ ۹۶/۰۸/۱۲ ۹۶/۰۸/۲۴ ۹۶/۰۹/۰۱	ـ تدریس ـ تدریس، حل تمرین ـ حل تمرین (۹۶/۰۸/۲۴ کلاس ۳۲۸ ساعت ۱۳-۱۱:۳۰)

ادامه جدول ۳

۱۲و۱۳	خطاهای نا متقارن: ـ خطای یک خط به زمین ـ خطای خط به خط ـ خطای دو خط به زمین ـ خطای مدارباز	۹۶/۰۹/۰۸ ۹۶/۰۹/۱۵	ـ تدریس و آزمونک ـ تدریس و میان ترم در ساعت ۱۱:۳۰ ـ ۱۲:۳۰ اتاق ۳۱۳ ۹۶/۰۸/۰۸ ـ (کلاس جبرانی تعطیل رسمی ۹۶/۰۹/۱۵ روز ۹۶/۰۹/۲۹ در اتاق ۳۲۲ ساعت ۱۱:۳۰ ـ ۱۳:۳۰ برگزار گردید) ـ تدریس و تشریح پروژه گروهی
۱۴و۱۶	پایداری سیستم قدرت: ـ مساله پایداری ـ دینامیک روتور و معادله توسان ـ معادله توان ـ زاویه ـ معیار سطح‌های برابر ـ حل گام به گام منحنی توسان	۹۶/۰۹/۲۲ ۹۶/۰۹/۲۹	ـ تدریس ـ تدریس ـ تدریس، ارائه پروژه در سانس دوم

نام و نام خانوادگی مدیرآموزش:
تاریخ (پایان ترم)
امضا

نام و نام خانوادگی مدیرگروه:
تاریخ (شروع ترم)
امضا

نام و نام خانوادگی استاد:
تاریخ ۹۶/۱۰/۱۲
امضا

جدول ۴: برنامه حضور هفتگی و تخصیص ساعت‌های مشاوره حضوری

دفتر برنامه ریزی آموزشی

برنامه هفتگی حضور اساتید

نیمسال تحصیلی: ۱۹ شهریور۱۳۹۶ -۱۲ دی ماه ۱۳۹۶

تاریخ شروع جلسات: ۱۹ شهریور ۱۳۹۶

نصیر برق و

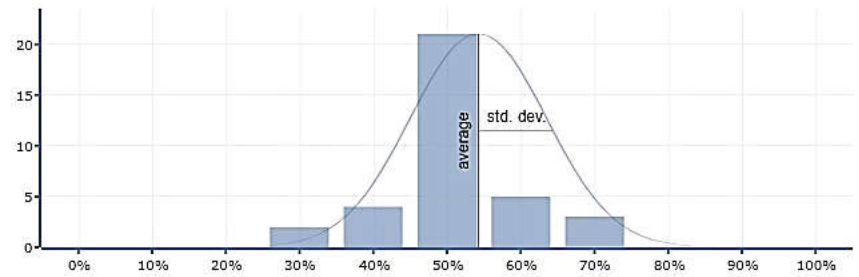
ساعات صبح		نماز و ناهار	ساعات بعد ازظهر	
۱۰-۸	۱۲-۱۰	۱۳-۱۲	۱۵-۱۳	۱۷-۱۵
۴۶۳۳۱۱ سیستمهای کنترل خطی اتاق ۲۰۵ ساختمان شهید شهریاری	**مشاوره دانشجویان کارشناسی** دفتر برنامه ریزی ساختمان شهید مواقی		۴۶۳۳۱۱ سیستمهای کنترل خطی [هفته فرد] اتاق ۱۰۵ ساختمان شهید شهریاری	مشاوره دانشجویان ارشد اتاق ۵۰۶ ساختمان شهید مواقی
پژوهش	پژوهش		۴۶۳۳۱۵ ماشینهای الکتریکی ۲ اتاق ۳۲۱ ساختمان شهید احمدی روشن	۴۶۳۳۱۵ ماشینهای الکتریکی ۲ اتاق ۳۲۳ ساختمان احمدی روشن
پژوهش	جلسه شورای برنامه ریزی اتاق ۵۰۳ ساختمان شهید مواقی		۴۶۴۲۰۶ تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی ۲ اتاق ۳۲۵ ساختمان شهید احمدی روشن	۴۶۴۲۰۶ تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی ۲ [هفته فرد] اتاق ۳۲۱ ساختمان احمدی روشن

توضیحات: درصورت تلاقی ساعات پیش بینی شده با جلسات ناگهانی، زمان ملاقات اعلام و جایگزین خواهد شد. توصیه می گردد قبل از عزیمت از طریق

طرح درس پیامدمحور به‌کاررفته برای درس «تحلیل ۲» از رشته مهندسی برق، ماهیت‌های مدیریتی و کنترل کیفی آن را آشکارتر ساخته است. شکل ۱۲ توزیع احتمال نمره‌های نهایی دانشجویان درس را در پایان‌ترم نشان می‌دهد که از ۳۵ دانشجوی کلاس میانگین کلی نمرات ۵۴/۲۶ از ۱۰۰ با انحراف معیار ۹/۱ درصد و با ۳۴ درصد افتاده (۱۲ نفر) حاصل شده است. در بررسی شکست دانشجویان عامل غیبت در کلاس به‌عنوان مسبب اصلی تحلیل شد. لازم به ذکر است که دامنه تمام شاخص‌های ارزشیابی (چهار عامل ارزشیابی شکل ۸) استفاده‌شده در این سیستم به‌صورت کیفی و در بازه ۰-۱۰۰ تعریف شده‌اند، که مطابق شکل توزیع احتمال نمره‌ها، ۶۰ درصد نمرات (۲۱ نفر) محدوده نمره ۵۰-۶۰ را اخذ کرده‌اند که منطقی محسوب می‌شود.

در بررسی نتایج عملکرد سیاست‌های آموزشی‌سنجشی اعمالی درس بر روی پیامدهای یادگیری به‌عنوان شاخص‌ترین هدف مدرس، شکل ۱۳ میزان دست‌یافت‌های یادگیری درس «تحلیل ۲» در نیمسال ۹۶۱ را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۱۳ شش هدف یادگیری درس LO۱ تا LO۶ با میانگین کلی ۵۳/۲ درصد و با انحراف معیار ۶/۷ درصد پوشش یافته‌اند. دستاوردهای یادگیری حاضر، شش هدف بالاسری برنامه کارشناسی (مطابق شکل ۱۰ طرح درس اهداف شامل PO۱, PO۲, PO۳, PO۵, PO۱۰, PO۱۲) را به‌طور متوسط با ۵۸/۴ درصد و انحراف معیار ۷/۸ درصد تأمین کرده‌اند. لازم به ذکر است که الگوریتم محاسبات دست‌یافت‌های LOو PO بر اساس سیستم پیامدمحور مرجع بوده است (زینل و منصورزاده، ۱۳۹۶).

# of Grades	35	**Average**	54.26 (54.26%)
Max Points	100	**Standard Deviation**	9.1 (9.1%)
Highest Grade	74 (74%)	**Median**	53 (53%)
Lowest Grade	37 (37%)	**Mode**	50 (50%)

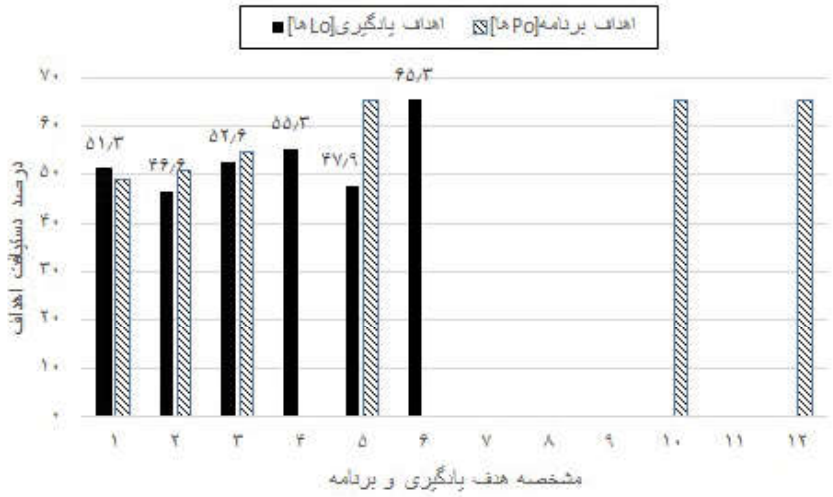


شکل ۱۲: توزیع احتمال نمره‌های نهایی دانشجویان درس تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

در رویکرد پیامدمحور آموزشی، همانطور که بیان شد، طرح درس نه‌تنها به‌عنوان راهبر آموزشی درطی نیمسال تحصیلی نقشه راه مدرس را مشخص می‌کند، بلکه به‌مثابه نقطه آغاز بهینه برای نیمسال آتی درس در تدوین شیوه و طرح اجرای درس مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، تحلیل سیاست‌های

موفق و ناموفق درس (سطح دست‌یافت‌ها، روش‌های ارزشیابی، مدیریت کلاس و محتوا) به‌عنوان خوراک ترمیمی برای ترم جدید مورد استعمال قرار خواهد گرفت. لذا در طرح درس پیشنهادی امکان تداوم تجربیات و بهبود عملکرد درس و مدرس فراهم می‌شود. این مهم در طرح درس‌های سنتی مغفول مانده است و نقشی منفعل در انتقال تجربیات و ایجاد یک سلسه بهبود کارآیی داشته است.

برای نمونه، همانطور که در شکل ۱۳ قابل مشاهده است، LO۲ و LO۵ دستاوردی زیر سطح مطلوب (۵۰درصدی) را به ترتیب با ۴۶/۶ درصد و ۴۷/۹ درصد به‌دست آورده‌اند که با مسیریابی و رجوع به طرح درس پیشنهادی و شکل ۸ عوامل سهیم مطالعه می‌شود. همانطور که از شکل ۸ برمی‌آید، LO۳ با تمام شاخص‌های ارزشیابی به‌غیراز پروژه گروهی مرتبط بوده و حاصل برهم‌کنش اثر آنها ۴۶/۶ درصد محصول یادگیری را به ارمغان آورده است. در این بخش LO۵ تنها با دو مورد آزمونک شفاهی و برگه پایان‌ترم سنجیده شده است. با توجه به شکل ۸ طرح درس که وزن‌دهی هر مورد ارزشیابی قید شده است، به ترتیب برگه پایان‌ترم با ۶۰درصد سهم، پروژه گروهی با ۲۰درصد، برگه میان‌ترم با ۱۰درصد، آزمونک‌های شفاهی و تکلیف فردی هر کدام با ۵ درصد جمعاً۱۰۰درصد وزن ارزیابی‌های درس «تحلیل ۲» را ساخته‌اند. با مقایسه سهامداران LO۳ و LO۵ به نقش مشترک دستاورد برگه پایان‌ترم و آزمونک‌های شفاهی در وضعیت جاری آنها پی می‌بریم. جدول ۵ به تفکیک هر مورد ارزشیابی و وزن اختصاصی آنها، میانگین نمره کلاس در آن بخش برحسب درصد وزنی شاخص و ارتقا به درصد کلی (۱۰۰درصد) نشان می‌دهد. لذا در ریشه‌یابی علل کمبود دست‌یافت‌های LO۳ و LO۵، میانگین پایین نمرات اخذشده کلاس در بخش برگه پایان‌ترم به‌صورت مستقیم به دلیل سهم۶۰ درصدی آن می‌توان جست‌وجو کرد.



شکل ۱۳: میزان دست‌یافت‌های یادگیری درس «تحلیل ۲»

نگاهی اجمالی به نتایج عملکرد دانشجویان، ضعف بارز آنها در برداشت حداکثری از آزمون‌های نوشتاری مبتنی بر برگه امتحانی را نشان می‌دهد. میانگین ۴۷/۶۹درصدی و ۴۱/۲۸درصدی بیانگر حوزه نقصان عملکردی آنها و درحقیقت عدم دسترسی موردانتظار مدرس به اهداف یادگیری درس بوده است. لذا مدرس به استمداد نتایج عملکردی و طرح درس اجراشده، اصلاحاتی از قبیل افزایش تعداد جلسه‌های حل تمرین، تدریس به کمک مثال، حل نمونه پرسش‌ها ادوار گذشته و کاهش تعداد آزمونک‌های شفاهی بدون اطلاع قبلی را در نظر گرفته و به افزایش قابلیت‌های دانشجویان در این بخش‌ها یاری رساند که این مهم به بهبود عملکرد کلاس و فربگی دستاوردهای یادگیری کلاس منتج خواهد شد. نتایج عملکردی نشان از راندمان مناسب دانشجویان در بخش پروژه گروهی با میانگین ۶۷/۵ درصد دارد که حاصل تمرکز گروهی دانشجویان روی طراحی رایانه‌ای، تحلیل نتایج و ارائه پروژه بوده و به جهت کار گروهی، بازه زمانی پروژه (شکل ۸) و نبود ابهامات، شانس دستاورد بالاتری را به ارمغان آورده است. این نقطه قوت قابل‌استفاده مدرس در نیمسال بعدی جهت تنظیم زمانی و محتوایی ارزشیابی به‌منظور ارتقای کیفی سطح دست‌یافت‌های دانشجویان است.

ایجاد زنجیره بهبود عملکرد درس یکی از فرصت‌های فراهم‌شده طرح درس پیشنهادی در مدیریت یادگیری‌ها و تدوین سیاست‌های اصلاحی آموزشی - سنجشی مدرس است. همانطور که اشاره شد، آدرس‌دهی مناسب محل ضعف و قدرت از توانمندی‌های طرح درس یادشده بوده است. در این راستا می‌توان یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای یافتن نقطه ثقل بهینه عملکرد از نتایج حاصل برمبنای اقلام ارزشیابی معرفی کرد. مدل مربوط می‌تواند در تنظیم طرح‌های اصلاحی آتی در پی‌ریزی درس و طرح درس مفید واقع شود. رابطه (۱) کلیت فرمول‌بندی مدل برنامه‌ریزی خطی[1] مقید را برای اصلاح اقلام ارزشیابی طرح درس بیان می‌کند.

جدول ۵: میانگین نمره‌های درس «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲» به تفکیک هر نمونه ارزشیابی

روش ارزشیابی	وزن (درصد)	میانگین کلاس	میانگین از ۱۰۰
پایان‌ترم	۶۰	۲۸/۶۲	۴۷/۶۹
میان‌ترم	۱۰	۴/۱۳	۴۱/۲۸
تکلیف فردی	۵	۲/۸۳	۵۶/۶۲
پروژه گروهی	۲۰	۱۳/۵	۶۷/۵
آزمونک شفاهی	۵	۲/۶۳	۵۲/۶۷

$$Maximize \ z = c^T x \quad (1)$$
$$subject\ to:$$
$$Ax \leq b$$
$$x \geq 0$$

1- Linear Programming

در مدل حاضر تابع هدف به‌عنوان بیشینه‌ساز میانگین اکتسابی کل (میانگین اعداد ستون چهارم جدول ۵) و میزان وزن هر مورد ارزشیابی به‌عنوان متغیر تصمیم استفاده می‌شود. لذا X1 به‌عنوان متغیر وزن ارزشیابی پایان‌ترم، X2 به‌عنوان وزن متغیر ارزشیابی میان‌ترم و به‌طور مشابه X3 برای تکلیف فردی، X4 برای گروهی و نهایتاً X5 برای آزمونک شفاهی در نظر گرفته می‌شود. ضرایب تابع هدف (Cها) به‌صورت معکوس اعداد ستون سوم جدول ۵ تقسیم بر عدد ۵ لحاظ خواهد شد که جمع جبری ضرب آنها در متغیرهای تصمیم تابع هدف z را شکل می‌دهد. قیود مسئله شامل الزام برابری جمع تمام متغیرهای تصمیم با ۱۰۰ یا جمع اعداد ستون سمت راست تقسیم بر ۵ باید کمتر یا مساوی ۱۰۰ باشند. در ضمن هر متغیر تصمیم، دارای کران بوده به‌طوری‌که برای X1 مطابق روال‌های استاندارد آموزشی دانشگاه وزن ثابت۶۰، برای X2 عدد ۱۰ (بر طبق استاندارد دانشگاه وزن برگه‌های پایان‌ترم و میان‌ترم در این دوره به‌طور ثابت و به ترتیب ۶۰ و ۱۰ لحاظ می‌شوند)، برای X3 بازه ۰ تا ۵، برای X4 بازه ۱۰-۲۵ و برای X5 دامنه ۰ تا ۵ در نظر گرفته شده است. در انتها، مدل ساده برنامه‌ریزی خطی حادث، با استفاده از الگوریتم سیمپلکس[1] حل خواهد شد.

جدول ۶: تغییر خطی‌مشی ارزشیابی کلاس به کمک مدل بهینه‌سازی

روش ارزشیابی	وزن (درصد)	میانگین کلاس	میانگین از ۱۰۰
پایان‌ترم	۶۰	۲۸/۶۲	۴۷/۶۹
میان‌ترم	۱۰	۴/۱۳	۴۱/۲۸
تکلیف فردی	۲/۸۴	۲/۸۳	۹۹/۶۷
پروژه گروهی	۲۴/۵۱	۱۳/۵	۵۵/۰۷
آزمونک شفاهی	۲/۶۵	۲/۶۳	۹۹/۳۷

۶. نتیجه‌گیری

طرح درس پیامدمحور پیشنهادی ظرفیت‌های لازم را برای شرایط‌گذار به مراحل بعدی ارائه درس در سطوح کیفی بالاتر فراهم می‌سازد. مدل معرفی‌شده قائل بر تعریف اهداف اندازه‌پذیر بالادستی برای دانشگاه و در ادامه اهداف درس با در نظر گرفتن بیشترین هم‌پوشانی بین آنها است. با تعیین حدود عملیاتی درس، سیاست‌ورزی ارائه محتوای درس و برنامه‌ریزی سنجش‌های درس در قلمرو زمانی و مکانی نیمسال تحصیلی شکل منظم می‌گیرد. امکان نگاه رفت و برگشتی به محتوا، رزشیابی‌ها، حیطه‌های یادگیری و منابع یادگیری برای پوشش اهداف یادگیری درس و به دنبال آنها اهداف دوازده‌گانه دانشگاه به‌سهولت مهیا می‌شود. علاوه بر مدیریت یادگیری‌های نیمسال جاری، با اعمال مدل خطی معرفی‌شده (۱) به‌عنوان یک رویکرد حمایتی و تحلیلی در بهبود عملکرد ارائه درس در

1- Simplex Method

نیمسال آتی کمک خواهد کرد. طرح درس پیامدمحور به‌عنوان ابزاری مؤثر در یک حلقه کنترل کیفی بالاتر (مدیر گروه، مدیر آموزش و معاونت آموزشی) زمینه‌های ارتقای شاخص‌های حرکتی دانشگاه در حوزه آموزش را مهیا می‌سازد. به‌علاوه، سردمداری در تأمین دانش فنی و مهندسی صنایع منطقه‌ای و ملی از جمله مواهب اعمال طرح درس پیشنهادی خواهد بود. در چشم‌اندازی دیگر، روندهای پیشنهادی پی‌ریزی، اجرا و ارزیابی در طرح درس حاضر شرایط لازم برای تحقق الزامات استانداردهای مدیریت کیفیت آموزش شامل ISO ۱۰۰۱۵ یا IWA ۲ را آماده می‌سازد. با اعمال مدل طرح درس پیشنهادی و سیستم پیامدمحور آموزش مهندسی، اتصال راهبردی دانشگاه به سیستم شبکه‌ای ارزیابی و اعتبارسنجی دانشگاه‌های ایران یا به عبارتی شبکه کیفیت دانشگاه‌های ایران (وزارت علوم، ۱۳۹۵) که به همت بزرگان و دلواپسان حوزه آموزش عالی کشور در حال تدوین است میسر خواهد شد.

مراجع

- بازرگان، عباس (۱۳۹۴). *ارزشیابی آموزشی* (چاپ چهاردهم)، تهران: دانشگاه تهران.
- بازرگان، عباس (۱۳۹۶). در انتظار نهاد ملی ارزیابی کیفیت. *دو ماهنامه تخصصی دانشگاه امروز*، ۱،۱۰-۸.
- بازرگان، عباس؛ فراستخواه، مقصود؛ مهرعلی‌زاده، یداله؛ معماریان، حسین؛ مهرام، بهروز و نورشاهی، نسرین (۱۳۹۶). *نگاهی به تجربه‌های ارزیابی کیفیت در آموزش عالی ایران: افق‌ها و چشم‌اندازها* (چاپ دوم)، تهران: موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.
- زینل، حسین منصورزاده، شیوا و انیسه، محمد (۱۳۹۶). پیاده‌سازی سیستم پیامدمحور در آموزش مهندسی: مطالعه موردی مرکز آموزش عالی فنی - مهندسی بوئین‌زهرا، پنجمین همایش بین‌المللی آموزش مهندسی ایران. ۳۰ آبان تا ۲ آذر ۱۳۹۶، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، ایران، تهران.
- زینل، حسین و منصورزاده، شیوا (۱۳۹۶). ارزیابی کیفیت آموزش‌های مهندسی با استفاده از سیستم پیامدمحور در دانشگاه فنی - مهندسی بوئین‌زهرا. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۹ (۷۶)، ۱۲۴-۹۹.
- صادقی، ناهید؛ فراهانی، مهدی و کمره‌ای، محمود (۱۳۹۳). نقش شناسایی و افراز دستاوردهای یادگیری در بهبود کیفیت آموزش‌عالی، مورد پژوهش آموزش مهندسی برق گرایش قدرت. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۶ (۵۸)، ۱۱۰-۸۵.
- معماریان، حسین (۱۳۸۸). ارزیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۱ (۴۲)، ۱۸-۱.
- معماریان، حسین (۱۳۹۰ الف). تدارک هدف‌ها و دستاوردهای آموزش مهندسی. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۳ (۴۹)، ۶۹-۴۳.
- معماریان، حسین (۱۳۹۰ ب). فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۳ (۵۰)، ۶۱-۳۶.
- معماریان، حسین (۱۳۹۰پ). کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۳ (۵۱)، ۷۴-۵۳.
- معماریان، حسین (۱۳۹۶). توسعه مهارت‌های آموزشی استادان مهندسی ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۹(۷۵)، ۷۳-۵۵.
- وزارت علوم تحقیقات و فناوری (۱۳۹۵). آیین‌نامه نظام نظارت، ارزیابی و تضمین کیفیت علوم، تحقیقات و

فناوری (سند شماره ۱۹۳۸۱/و مورخ ۱۳۹۵/۹/۳). تهران: وزارت. عتف.

- یوسفی افراشته، مجید (۱۳۹۴). سنجش دستاوردها: رویکردی نوین در سنجش آموزش مهندسی، اولین کنفرانس بین‌المللی و چهارمین کنفرانس ملی آموزش مهندسی (با تأکید بر فناوری‌های نوین یادگیری)، ۱۹ الی ۲۱ آبان ۱۳۹۴، شیراز ۷۴-۵۳.

- ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), (2018)<http://www.abet.org>.
- Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H. and Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company.
- CEAB (2017). Accreditation board, engineering Canada, https://engineerscanada.ca (accessed Dec 2017)
- Crawley, E. F.; Malmqvist, J.; Östlund, S.; Brodeur, D. R. and Edström, K. (2014). Rethinking engineering education: The CDIO Approach, Springer.
- Felder, R. M. and Brent, R. (2003). Designing and teaching courses to satisfy the ABET Engineering criteria. *Journal of Engineering Education*, 92(1), 7–25.
- http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/ABET_Paper_(JEE).pdf
- Rose, A. A.; Ortega, R. A. and Ortega-Dela, C. (2016). Educators' attitude towards outcomes-based educational approach in english second language learning. *American Journal of Educational Research*. 4(8), 597-601.
- Spady, W. (1994), Outcome-based education: critical issues and answers, association of school administrators, Arlington Virginia: American.
- Tshai, K.Y.; Ho, J.-H.; Yap, E. H. and Ng, H. K. (2014). Outcome-based education – the assessment of programme educational objectives for an engineering undergraduate degree, *Engineering Education*, 9(1), 74-85.
- Zeynal, H.; Zakaria, Z.; Anisseh, M.; Mansoorzadeh, S. (2017). Strategic implementation of outcome - based education system in Buein-Zahra Technical University of Iran, *IEEE 9th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, Kanazawa, Japan, 122-127.

◄ **حسین زینل:** استادیار مهندسی برق دانشگاه فنی‌ومهندسی بوئین زهرا، دانش‌آموخته مهندسی برق گرایش قدرت در مقاطع کارشناسی، ارشد و دکتری است. زمینه کاری ایشان تحلیل و بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی الکتریکی و همچنین مدیریت آموزش‌های مهندسی است

◄ **شیوا منصورزاده:** استادیار مهندسی صنایع دانشگاه فنی‌ومهندسی بوئین زهرا، دانش آموخته مهندسی صنایع در مقاطع کارشناسی، ارشد ودکتری است. زمینه کاری ایشان طراحی بهینه صنایع، مدیریت و کنترل پروژه است.