



پنجمین همایش بین‌المللی آموزش مهندسی ایران،  
۳۰ آبان تا ۲ آذر ۱۳۹۶، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

کد مقاله: IICEE2017-11

## پیاده سازی سیستم پیامد-محور در آموزش مهندسی : مطالعه موردی مرکز آموزش

### عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا

حسین زینل، شیوا منصورزاده، محمد انیسه

کیفی در سیستمهای آموزش در مراکز آموزش عالی بوده است. مهندسی در ابتدا بعنوان افراد تکنسین که دارای مهارت‌های فنی بودند در جامعه شناخته می‌شدند به مرور دانشگاهها با تغییر نگاه و تقویت و اهمیت پرورش ذهنیت و هوش مهندسی اقدام به طراحی مکانیزم طرح درس‌هایی نمودند که قدرت انتزاعی را در متقاضیان دانش مهندسی فزونی می‌داد و به عبارتی روی مهارت‌های فنی و خلاقیت‌های مطلوب صنعت کمتر مانور می‌نمود و این مهم را برعهده صاحبان صنایع مختلف می‌نهاد [۱].

کاهش رضایت کارفرمایان و صاحبان صنایع و نامطلوب بودن فنی محصولات مراکز آموزش، نیاز به حرفه ای نمودن و تغییر نگرش در آموزش مهندسی را بر همگان آشکار ساخت [۱]، [۲]. در این جهت، انجمن‌های کنترل کیفی در سراسر دنیا به تدریج شکل یافتند و شاخص‌های یک مهندس ماهر و حرفه ای را تدوین نمودند [۳]. کیفیت آموزش در سالیان اخیر از دغدغه‌های اصلی گسترش آموزش عالی در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بوده است. رشد کمی و چشمگیر آموزش عالی در کشور بعنوان موتور محرکه تحولات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی همواره مورد توجه بوده است، علی‌الخصوص به لحاظ نرخ دانش‌آموختگان رشته‌های مهندسی، بر اساس گزارش نشریه Forbes، ایران رتبه سوم جهان را در رقابت با کشورهای صاحب تکنولوژی‌های روز مهندسی در سال ۲۰۱۵ دارا بوده است [۲]. حال پرسش اساسی برای وزارتخانه‌های متبوع در راستای رقابتی نمودن محصولات خود و حداقل سازی فاصله کیفی دانش‌آموختگان با همقطاران بین‌المللی خود چه خواهد بود و چگونه می‌توان این فاصله را سیستماتیک و مدبرانه پر نمود [۱]، [۲].

در واقع، نیاز اصلی تهیه یک مکانیسم فراگیر آموزشی-سنجشی برای

چکیده- کیفیت آموزش‌های مهندسی و تولید مهندسی مرغوب پشتوانه تحولات شگرف اقتصادی، صنعتی و اجتماعی در هر جامعه محسوب می‌شود. دستیابی به این مهم مستلزم طراحی یک سیستم کنترل کیفی بر فرآیند آموزش مهندسی می‌باشد. در این مقاله سیستم پیامد-محور و ساختار آن ارائه گردیده است. در این سیستم کیفیت آموزش با تاکید بر پیامدها در یک سیکل بسته نظارت، ارزیابی و مدیریت می‌گردد. با تدوین اهداف دوره کارشناسی و در امتداد آن اهداف یادگیری هر درس امکان سنجش و اندازه گیری سطح دستیافت‌ها میسر می‌شود. نتایج پیاده سازی این سیستم در مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا حاکی از افزایش رویت پذیری فرآیند آموزش، عیب یابی و مسیردهی کیفی روندهای تدریس، یادگیری و ارزشیابی مستمر بوده است. انعطاف پذیری بالا در بهبود، مدیریت و رشد کیفی آموزش‌های مهندسی از جمله مواهب سیستم پیامد-محور برای مجموعه بوده است.

### ۱ مقدمه

آموزش‌های مهندسی در صد سال اخیر دستخوش تحولات شگرف بوده است. تولید مهندس مرغوب و حرفه ای آخرین محصول از فرآیند آموزش

حسین زینل استادیار گروه مهندسی برق و کامپیوتر، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا، قزوین  
شیوا منصورزاده استادیار گروه مهندسی صنایع و مکانیک، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا، قزوین  
محمد انیسه استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین



در سنجش و اصلاح مکانیسم‌های آموزش علوم کاربردی مانند مهندسی راه خود را در دهه اخیر در نظام‌های آموزشی کشورهای صنعتی دنیا باز نموده است [۶]، [۷]. این سیستم آموزشی نوین، رویکرد جامعی برای سازماندهی و اداره ی سیستم آموزشی مهیا می‌سازد که بر مبنای اصول آموزشی یادگیری-محو و دانشجو-مرکز تعریف و بنیان نهاده شده است. تا کنون ۱۷ کشور سیستم پیامد-محور را بطور کامل در نظام آموزش عالی خود منطبق کرده اند. این کشورها عبارتند از ایالات متحده آمریکا (سال ۱۹۸۹)، انگلستان (سال ۱۹۸۹)، استرالیا (سال ۱۹۸۹)، کانادا (سال ۱۹۸۹)، نیوز لند (سال ۱۹۸۹)، ایرلند (سال ۱۹۸۹)، هنگ کنگ (سال ۱۹۹۵)، آفریقای جنوبی (سال ۱۹۹۹)، ژاپن (سال ۲۰۰۵)، سنگاپور (سال ۲۰۰۶)، کره جنوبی (سال ۲۰۰۷)، تایوان (سال ۲۰۰۷)، مالزی (سال ۲۰۰۹)، ترکیه (سال ۲۰۱۱)، روسیه (سال ۲۰۱۲)، هند (سال ۲۰۱۴)، سریلانکا (سال ۲۰۱۴) و کشورهای چین و آلمان در مرز انطباق کامل هستند. حتی کشورهایی مانند هند اعلام نموده اند که پس از سال ۲۰۱۷ تنها مدارکی را اعتبارسنجی خواهند نمود که مدارج مذکور براساس سیستم آموزش پیامد-محور کسب شده باشد.

## ۲ سیستمهای آموزشی

### ۱.۲ سیستم یکسویه

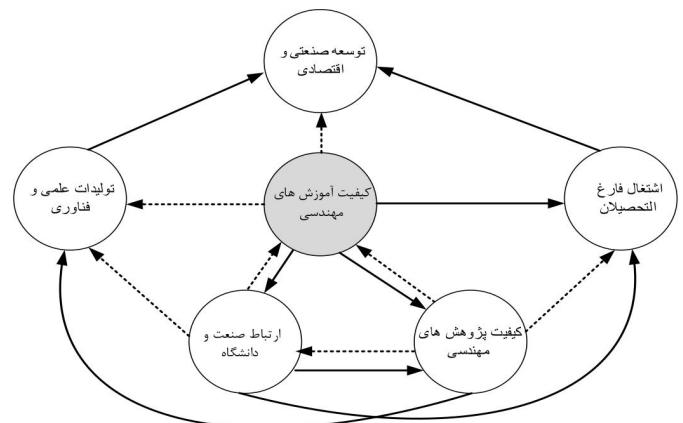
در تهیه یک سیستم مدون برای مدیریت آموزش‌های مهندسی که بتواند نیازهای درونی و بیرونی دانشگاه، صنعت و جامعه را در برگیرد نکات زیر حائز اهمیت می‌باشد. تهیه اهداف برای دوره‌های مهندسی (کارشناسی، کارشناسی ارشد) و به تبع آنها اهداف یادگیری هر درس از دوره مربوطه بخش ابتدایی حرکت بسوی یک سیستم آموزشی مدیریت پذیر و کنترل پذیر می‌باشد.

شکل ۱ نمایش بلوک-دیاگرام عملکردی عموم دانشگاههای کشور را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۱-، عملکرد یک-سویه از مشخصه‌های بارز آن می‌باشد که دلالت بر سادگی اجرا و پیاده سازی آن دارد. همانطور که در شکل آشکار است، مبادی ورودی سیستم شامل حجم وسیعی از دانشجویان که با نمایش  $x(t)$  داده شده و خروجی‌های آن  $y(t)$  که نرخ دانش آموختگان و مرغوبیت آنها می‌باشد را نشان می‌دهد. با این تعاریف، هر محصول دانشگاه نتیجه اعمال سیاست‌های آموزشی رایج که بصورت پارامتر  $H(t)$  نامگذاری شده است بر روی ورودی‌ها می‌باشد، به عبارتی:

$$y(t) = H(t).x(t) \quad (1)$$

در این نوع سیستم روند جامعی برای کنترل کیفیت آموزش دیده نمی‌شود و از مبادی خروجی نمونه برداری و مقایسه با سطح کیفی دلخواهی

مدیریت و کنترل کیفیت خروجی‌های دانشگاهها می‌باشد. در این مهم آموزش عالی ایران عزم خود را به اصلاح و نوسازی نظام آموزش عالی جزم نموده است [۲]. تدوین یک نظام کمی-کیفی آموزش مهندسی می‌تواند سهم آشکاری در کنترل کیفی و مدیریت اهداف در فرآیندهای آموزش مهندسی داشته و موجبات بهبود خدمات آموزشی منطبق با نیاز صنعت، پیش بینی بازار کار، ارتقاء استانداردهای معیشتی اجتماع را فراهم آورد. در این منظر، دانشگاه را می‌بایست به مثابه کارخانه تولید مهندس متصور شد که مرغوبیت کالای آن محور بقاء در بازار نیازهای حرفه مهندسی و مهندس می‌باشد. شکل ۱ ارتباط تنگاتنگ کیفیت آموزش عالی و شاخص‌های علم و فناوری و نقش مستقیم و غیر مستقیم (خط چین) در افزایش اشتغال و توسعه اقتصادی کشور را نشان می‌دهد. حل معمای کیفیت آموزش گره گشای بسیاری از مسائل وزارتخانه‌های مختلف و موانع رشد اقتصادی کشور خواهد بود [۲].



شکل ۱: اهمیت کیفیت آموزش در تحولات علم و فناوری

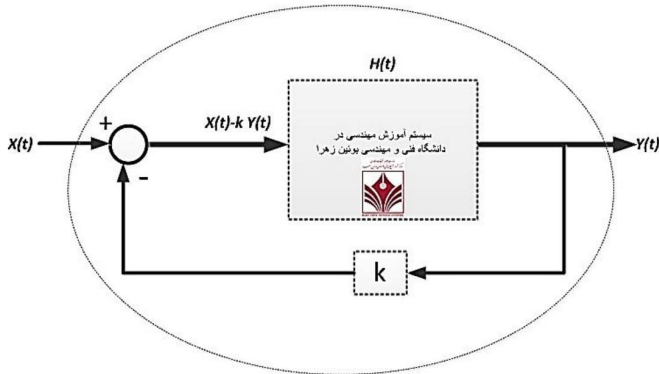
سنجش میزان آموخته‌ها در آموزش مهندسی جوهر اصلی حرکت‌های کنترل کیفی در سراسر دنیا بوده است. نگاهی به تاریخچه تحول آموزش مهندسی از اوایل سال ۱۹۵۰ تا به امروز بیانگر این واقعیت است که یک تغییر نگاه تدریجی از آموزش محتوا-محور به آموزش یادگیری-محو ردر زمینه‌های مهندسی رخ داده است [۳]، [۴]. جزء و تمرکز اصلی این دیدگاه، ارزیابی میزان دستیافت‌های دانشجو بوده است. در واقع خروجی‌ها تحت سنجش قرار می‌گیرند و تنها فرآیند یکسویه (پوشش محتوا و منوپول بودن مدرس) آموزش تعیین کننده نخواهد بود [۵]. در این پارادایم، میزان در واقع دستاورد فنی و مهندسی دانشجو می‌باشد. این مهم در مکانیزم‌های ارتقاء آموزش مهندسی در استانداردهای ABET، EC۲۰۰۰، EUR-ACE، ENAEE دیده شده است [۲].

سیستم پیامد و یا یادگیری-محور OBE به عنوان یک راهبرد مدرن



تمام آیت‌های پروسه آموزش مانند اهداف عالی برنامه، اهداف یادگیری دروس، سیستم سنجش پیامدها و ملازمت و مدیریت یادگیری‌ها از جمله شاخص‌های اصلی این قالب پیشنهادی می‌باشد.

انجام نمی‌گیرد. همانطور که در (۱) نشان داده شده، هر پیامد و فرآورده آموزشی،  $Y(t)$ ، حاصل اعمال یک فرآیند آموزشی مشخص،  $H(t)$  بر روی ورودی و درون‌داد معین،  $X(t)$  می‌باشد. در این نوع مدل آموزشی، قلب و جوهر کیفی و تمام برآوردهای کیفی خروجی بطور عمده بسته به نوع مکانیسم آموزشی اعمال شده دارد.



شکل ۲: سیستم آموزشی مرسوم در اکثر مراکز آموزش عالی کشور

شکل ۳: سیستم آموزشی پیامد-محور (فیدبک دار)

پاسخ مناسب به بسیاری از نیازمندی‌ها و کمبودهای کنترل کیفی مدل آموزشی مرسوم یکسویه که در بخش قبلی تشریح شد، در دل یک سیستم پس‌خورده یافت می‌شود. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد این سیستم ناظر بر یک مکانیسم نمونه‌گیری، تصحیح و بازسازی فرآیند آموزش می‌باشد. این نوع از سیستم شامل یک مسیر فیدبک بوده که حدت، شدت و سرعت حرکت فرآیند آموزش را کنترل و سیاست و حرکت لازم را تجویز و پیامد آن را مشاهده می‌کند.

از نقطه نظر عملکردی دو سیستم که در دو شکل ۱ و ۲ نمایش داده شده است، سیستم شکل ۲ مولد یک سیگنال خطا  $e(t)$  می‌باشد که با اندازه‌گیری میزان پیامد در خروجی  $Y(t)$  و مقایسه آن با اهداف مرجع  $x(t)$  حادث می‌گردد.

$$e(t) = x(t) - Ky(t) \quad (2)$$

در رابطه (۲) در هر برهه زمانی معین  $t$ ، مقدار انحراف از اهداف اولیه و مطلوب‌های فرآیند حاصل می‌گردد. ضریب ثابت در  $K$  این رابطه نقش تسطیح‌کننده سیگنال نمونه برداری شده از خروجی فرآیند در زمان  $t_1$ ، یا  $y(t_1)$ ، بمنظور مقایسه آن با  $x(t_1)$  و ایجاد یک راهبرد جدید برای اعمال به فرآیند در زمان  $t_2$  دارد. درواقع  $e(t_2)$  معرف میزان عدم دستیابی به اهداف مطلوب را در زمان سیاست‌گذاری  $t_2$  روشن می‌کند. حال با اعمال سیاست اصلاحی جدید، می‌توان دوباره از خروجی نمونه‌گیری نموده و میزان اثرگذاری سیاست جدید روی پیامد را مشاهده نمود. دوباره در صورت وجود اختلاف در اهداف اولیه، مجدداً یک تصمیم جدید جهت بهبود اتخاذ گشته و به فرآیند تزریق می‌گردد. به سهولت می‌توان دریافت که مدل پیشنهادی رفتاری میراکننده و هدایت‌پذیری پایدار به فرآیند دینامیکی

در اینگونه از سیستم‌های آموزشی نمی‌توان تصویر کیفی مناسبی از وضعیت عملکرد  $H(t)$  ترسیم نمود و معمولاً "سیاست‌های مدیریتی برد عملیاتی خاصی نداشته و در برخی از موارد حتی مدیریت آموزش ذیل یک ساختار آموزش روزمره و بروکراتیک قرار می‌گیرد که توان عیب‌یابی و درمان خود را ندارد. هرچند از مزایای این سیستم سادگی اجرای آن می‌باشد اما در چشم انداز حرکت‌های راهبردی، رقابتی نمودن، قابلیت اطمینان و مرغوبیت کالای دانشگاه (دانش آموخته‌گان) این سیستم، تصمیم‌سازان حوزه کیفی آموزش را بطور کامل ارضاء نمی‌کند.

این سیستم سنتی آموزش مهندسی که یک سوئیه و محتوا-محور بوده و مبتنی بر مجموعه‌ای از فرایندهای روزمره آموزشی  $H(t)$  می‌باشد تا کنون در غالب دانشگاه‌های کشور اجرا شده است. این سیستم تا ابتدای سال ۱۳۹۵ در دانشگاه فنی مهندسی بوئین زهرا نیز بطور مستمر جاری بوده است.

## ۲.۲ سیستم فیدبک دار

دستیابی به کیفیت و شکل خروجی مطلوب در یک نظام آموزش و عالی مخصوص آموزش مهندسی نیازمند نقطه‌گذاری، برنامه‌ریزی، اجرای منظم و اندازه‌گیری دقیق و اصلاح نواقص می‌باشد. به عبارتی برای نظارت و کنترل کیفی پروسه آموزش، نیازمند نمونه‌گیری اولیه و مستمر و محاسبه انحراف و دورماندگی از سطح مطلوب و اهداف پیش‌فرض می‌باشد. در واقع یک چرخه کنترلی و مداوم می‌بایست طراحی گردد و بطور پیوسته قدم به ارزیابی درونی و بیرونی گذارد.

تضمین چرخه حیات کنترل کیفیت آموزش منوط به قدرت طراحی سنسورها در فرآیند آموزش و صحت اندازه‌گیری کمیت‌ها دارد. لذا کمی کردن دستیافت‌های آموزش سهم تعیین‌کننده در طراحی یک مکانیسم آموزش مهندسی و کنترل کیفی آن دارد. شفافیت، وضوح و مشاهده‌پذیری



اهداف یادگیری  $LO_{km}$  را نشان می‌دهد بطوریکه برای نمونه  $PO_1$  حاصل جمع میزان دستیابی (درصد توفیق یادگیری) در تمام‌هایی  $LO$  است که همپوشانی با  $PO_1$  داشته‌اند. شاخص  $I$  بیانگر لیست اهداف کلی برنامه دوره کارشناسی، شاخص  $K$  مجموعه رشته‌هایی را نشان می‌دهد که در چارت درسی خود دروسی را دارا می‌باشند که همپوشانی با هدف مشخص برنامه  $PO_i$  داشته باشند.  $M$  دسته دروسی هستند که در مجموعه رشته‌های  $K$  با هدف معینی از برنامه  $PO_i$  ارتباط دارند.

در این رویکرد در واقع تدارک‌ها  $LO$ ،ها  $PO$  سوخت اصلی موتور آموزش محسوب می‌شود به نحوی که درهمکنش و تعامل آنها جهت حرکت و سرعت دستیابی و پالایش سیستم آموزش را رقم خواهد زد. به عبارتی سیستم فیدبک دار که دارای اهداف برنامه و درس می‌باشد در کنار احیاء عوامل کنترل کیفی و مدیریت مرغوبیت، به پیچیدگی فرآیند دست خواهد برد.

$$[\vec{Y}]_{(n \times 1)} = [H]_{(n \times n)} \cdot [X]_{(n \times 1)} \quad \forall n \in N \quad (4)$$

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & \dots & h_{1j} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ h_{i1} & \dots & h_{ij} \end{bmatrix}_{PO_i \times LO_j} \quad (5)$$

رابطه (۳) و (۴) نمایش ریاضی سیستم پیشنهادی فیدبک دار (یادگیری یا پیامد محور) را نشان می‌دهد. به سهولت می‌توان ظرافت و دقت سیستم مذکور را با سیستم قدیمی یک-سویه که در رابطه (۱) آورده شده بود مشاهده نمود. در سیستم فیدبک دار فرآیند آموزش دربرگیرنده یک آزاییه مشتمل بر تقابل و تأثیر  $LO$ ،ها  $PO$  بر یکدیگر می‌باشد. این نوع نمایش غایت هدف مدل پیشنهادی را آشکار می‌سازد، به عبارت دیگر، این سیستم به راحتی و دقیق بیان می‌کند که وضعیت جاری کیفی آموزش کجا است که منظور همان  $Y_{11}$  می‌باشد. حال با محاسبه تابع تبدیل سیستم آموزشی دانشگاه که مبتنی بر سطح دستیابی  $PO$ ،  $LO$  بوده است می‌توان مقدار خطا و انحراف از اهداف برنامه را محاسبه و اصلاحیه عملیاتی جدید را به سیستم اعمال نمود، چیزی که به سیستم را به وضعیت کیفی  $Y_{21}$  خواهد رساند.

#### ۴ شاخص‌های سیستم پیامد-محور

اجرای سیستم آموزشی پیامد-محور بر سه ستون استوار است که شامل طراحی درس، طراحی تدریس و طراحی ارزشیابی می‌باشد که در شکل ۴ نیز نشان داده شده است. در مرحله طراحی درس، مدرس با توجه به اهداف تعیین شده دوره آموزشی، (PO) اهداف یادگیری درس (LO)

آموزش می‌دهد. در یک کلام، اکنون می‌توان کیفیت فرآیندهای آموزش را کنترل و مدیریت نمود.

### ۳ مدل‌سازی سیستم

همانطور که در بخش ۲ بیان شد طراحی یک سیستم فیدبک دار و دارای نشانه‌های پس‌خورده مستلزم طراحی اهداف اولیه دقیق، صریح و سنجش پذیر می‌باشد. آموزش مهندسی در هر مرکز دانشگاهی علوم فنی و مهندسی در قالب دوره‌های مختلف مانند مهندسی برق، کامپیوتر، صنایع، غیره در مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی شامل کارشناسی ارشد و دکتری ارایه می‌گردد. از نگاه فنی، مقطع کارشناسی مهندسی مهمترین و اثرگذارترین مقطع آموزش و تولید مهندس مرغوب برای صنایع مختلف در سراسر جهان می‌باشد [۶]، [۷]. بیشترین بخش سرمایه گذاری و بودجه بندی آموزش عالی در نظام‌های دانشگاهی دنیا روی مقطع کارشناسی انجام می‌گیرد. شاید بی جهت نباشد که مفهوم آموزش عالی به دوره‌های کارشناسی و مفهوم پژوهش به دوره‌های تحصیلات تکمیلی اطلاق شده باشد. البته نقطه تلاقی این دو شاید در مفهوم تولید فناوری به دیدگان ظهور یابد که مصداق آن در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است.

سیستم فیدبک دار آموزش مود مطالعه شکل ۳ درصدد به رخ کشیدن نقش خود در بهبود و مدیریت کیفی آموزش مهندسی و مهارت‌ها در سطح دوره‌های کارشناسی می‌باشد [۳]. برای فرموله کردن بلوک‌های حرکتی این سیستم نیازمند تبیین اهداف هستیم. بدین منظور تعداد معینی هدف بعنوان اهداف برنامه‌های دوره‌های کارشناسی، بطور خلاصه  $PO$ ، تدارک می‌یابد. لیست  $PO$  های دوره کارشناسی مهندسی با مطالعه بیرونی و تهیه پرسشنامه و کسب نظر از ذی نفعان دانشگاه (کارفرمایان صنعت، موسسات دولتی و غیردولتی، بنگاه‌های اقتصادی و غیره) تهیه می‌گردد. ارزیابی فاکتورها و شاخص‌های مطلوب یک مهندس کارآمد برای صنایع مختلف انجام می‌پذیرد و اولویت‌ها و درجه بندی آنها صورت می‌گیرد. بعد از پالایش و تحلیل نتایج نظرسنجی‌ها و تعاملات بیرونی، دانشگاه اقدام به تدوین اهداف آموزشی دوره‌های خود می‌نماید که این اهداف کاملاً مشترک و جامع بین دوره‌های مختلف می‌باشد.

حال به تبع‌های  $PO$  تدوین شده، هر درس از دوره مربوطه مشتمل بر اهداف یادگیری،  $LO$ ، خواهند شد. در واقع برای هر درس تعداد مشخصی هدف یادگیری  $LO$  تبیین می‌شود به قسمی که اهداف برنامه  $PO$  را پوشش دهد.

$$PO_i = \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M LO_{km} \quad \forall i \in l, \forall k \in K, \forall m \in M \quad (3)$$

رابطه (۳) ارتباط عملیاتی بین هر یک از اهداف برنامه،  $PO_i$ ، و تمام



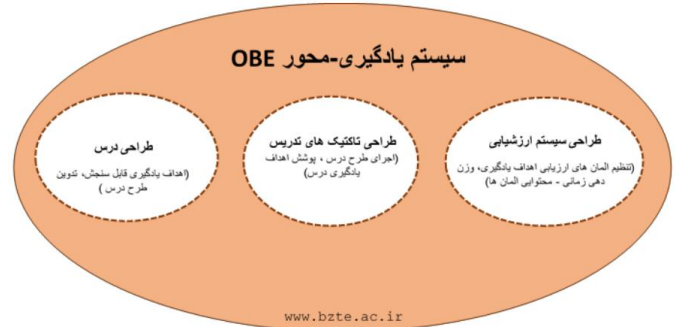


این مرکز با تأکید بر توسعه زمینه‌های صنعتی و مهندسی و تأمین و آموزش مهندسیین خبره و کارآمد برای شهرک‌های صنعتی استان قزوین و البرزهدف گذاری اولیه خود را آغاز نمود. در این راستا، مدیریت مرکز از سال ۱۳۹۵ عزم خود را به استقرار سیستم مدرن آموزشی پیامد-محور در تمام رشته‌های کارشناسی خود جزم نمود. فی الواقع هدف اصلی، ایجاد یک سیستم پسخورد دار آموزشی که دارای شاخص‌هایی صریح و قابل سنجش در مکانیسم‌های ارزیابی و مدیریتی باشد بوده است.

در استقرار سیستم آموزشی یادگیری-محور، مدیریت مرکز چهار استراتژی اجرایی را مورد بررسی قرار داده است. شکل ۵ چهار سیاست پیش بینی شده را نشان می‌دهد. در انتها گزینه ب بعنوان بهینه ترین استراتژی انتخاب گردید تا در یک روند افزایشی %۳۰ قابلیت‌های طراحی مهندسی و مدیریتی به تدریج از سال‌های اول و دوم (دروس پایه و اصلی) و با جدیت بیشتر در سالهای سوم و چهارم (دروس اصلی و تخصصی) در روح سیستم آموزش دانشگاه دمیده شود. تمرکز بیشتر بر روی دروس کاربردی و نزدیکی به مبادی خروجی (سال‌های سوم و چهارم)، بصورت هدفمند و ملموس دانش آموختگان را مهیای بازار کار و صنایع بیرونی و افزایش بارز سطح رقابتی و به روز بودن محصولات انسانی دانشگاه (مهندسانی ماهر و کاردان) می‌نماید. این استراتژی (گزینه ب در شکل ۵) با کمترین هزینه (تنها به %۳۰ سرمایه گذاری توان انسانی، فرآیندی و اجرایی) و بیشترین عواید (نرخ افزایشی استخدام دانش آموخته گان و چیرگی در جذب فرصت‌های کار، رضایت کارفرمایان صنعتی، نشانه‌های اقدام عملی در سیاست‌های اقتصاد مقاومتی) نوید بخش اعمال مدیریت چابک در هدایت دانشگاه نیز بوده است.

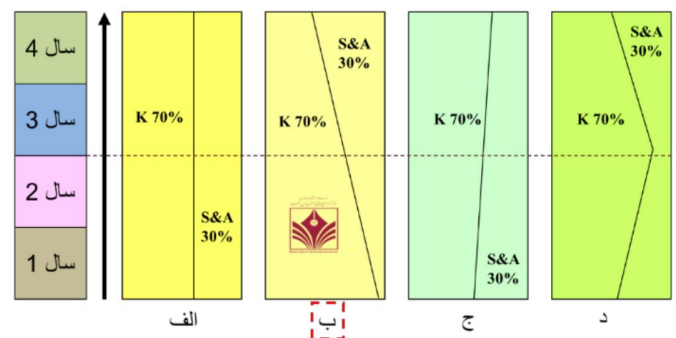
### ۱.۵ تحلیل یک مورد مطالعاتی

مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا ۱۲ هدف  $[PO_1, PO_2, \dots, PO_{12}]$  برای دوره‌های کارشناسی خود ترسیم نموده است که این اهداف در سه محور افزایش دانش مهندسی، افزایش قدرت طراحی، تحلیل و توسعه مساله و در آخر افزایش مهارت‌های کار تیمی و مدیریت پروژه طبقه بندی شده اند. این اهداف دوازده گانه پس از بررسی‌های لازم و مطالعات بیرونی استخراج گردید. همچنین برای هر درس محدوده عددی LO مشخص گردید که برای این مرکز پس از محاسبات محدوده (حداقل و حداکثر) تعریف تعداد هدف یادگیری مقرر گردید،  $[3 \leq LO \leq 6]$ . در جلسات توجیهی نحوه طراحی اهداف یادگیری LO درس با رویکرد بیشترین همپوشانی اهداف PO برنامه تشریح گردید. مشاهده پذیری، جامع بودن و وضوح اهداف یادگیری برای طراحی هر درس به دقت صورت پذیرفت. موقعیت مکانی و وزنی



شکل ۴: ارکان اصلی سیستم یادگیری-محور

خود را تنظیم می‌کند، سپس اقدام به اجرای طرح درس و پوشش اهداف یادگیری درس با متدهای تدریس می‌پردازد [۳]، [۶]، [۷]، در انتها برای سنجش میزان دستیابی به های LO درس، المان‌های ارزشیابی (برای مثال: آزمونک، تست، میان ترم، پروژه فردی، پروژه گروهی و امتحان پایان ترم) را به اجرا می‌گذارد. لازم به ذکر است که اهداف دوره‌های آموزشی توسط مدیریت کلان دانشگاه با مطالعات انجام شده درونی، بیرونی تدوین می‌گردد که سر لوحه تنظیم اهداف یادگیری (LO) دروس مختلف دوره‌های آموزشی توسط استاد مر بوطه می‌گردد.



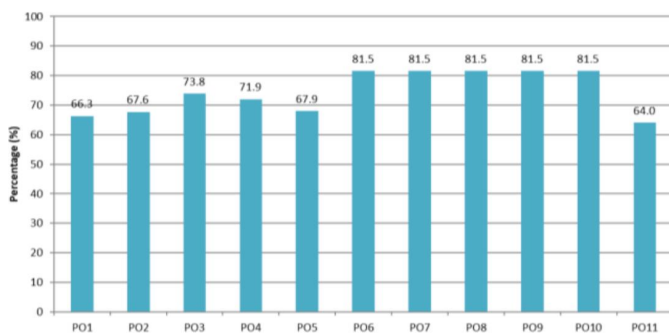
شکل ۵: استراتژی‌های اجرای سیستم یادگیری-محور

### ۵ پیاده سازی سیستم پیامد-محور در مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا

به منظور نیل به اهداف عالی ارتقاء کیفی آموزش مهندسی و پیروی از سیاست‌های برنامه ششم توسعه آموزش عالی وزارت علوم تحقیقات و فن آوری، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا که بعنوان یک دانشگاه دولتی در سال ۱۳۹۰ در استان قزوین، شهرستان بوئین زهرا تاسیس گردید قدم در راه پیاده سازی یک سیستم جدید و اصلاح کیفی آموزش‌های مهندسی در ایران گذارد.



گرفته است. لذا مدرس مربوطه قادر است در وهله بعدی با طراحی یک برنامه بهبود اقدام به برگزاری جلسات ترحیل تمرین نموده و به میزان دستیابی دانشجویان در این LO کمک نموده و سطح دستیابی را افزایش دهد. آنچه آشکار است محل دقیق اعمال یک سیاست تازه آموزشی و ارزشیابی در ماهیت این اعداد می‌باشد. با نگاهی به بالاترین دستیافت LO ها که متعلق به LO۶ با ۸۱.۵٪ می‌باشد راه را برای بررسی عوامل توفیق و ایده سازی برای LO های دیگر باز می‌کند. از آن جا که از LO۶ جنس طراحی بوده و دانشجو فرصت لازم برای انجام پروژه گروهی و تعامل موثر داشته، میزان دستیافت خود از نمره این آیتم و توفیق سطح دسترسی به میزان دستیافت LO بالاتر را میسر ساخته است. لذا می‌توان الگویی مشابه برای LO۱ در نظر گرفت و مساله محور به سطح دستیافت بالاتر رسید.



شکل ۷: میزان دستیابی به اهداف برنامه از طریق درس ماشینهای الکتریکی

جدول ۱: کیفیت دستیابی به اهداف یادگیری درس ماشینهای الکتریکی

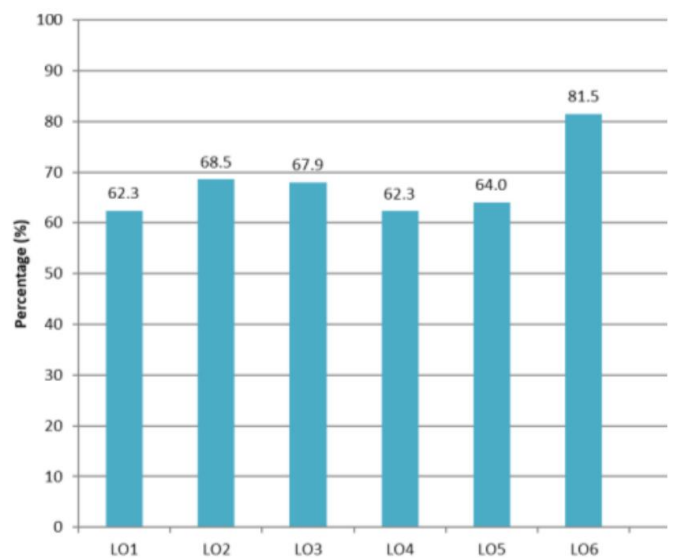
ردیف	آیتم	درصد
۱	میانگین دستیافت LOها	۶۷٫۸
۲	کمترین دستیافت LO	۶۲٫۳
۳	بیشترین دستیافت LO	۸۱٫۵
۴	انحراف معیار دستیابی به LOها	۷٫۳

شکل ۷ میزان دستیافت‌ها به اهداف ۱۲ گانه برنامه کارشناسی مهندسی در مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۷ و جدول ۲ دیده می‌شود بطور میانگین به ۷۴.۵٪ از اهداف برنامه دست یافته ایم. لازم به ذکر است که این مرحله بیشترین بهره برداری را برای مدیران ارشد و کلان دانشگاه مقدر می‌سازد. مدیریت کلان یا

هر هدف یادگیری در سه حوزه مهارت‌های ۱- شناختی، ۲- طراحی و خلاقیت، ۳- مدیریتی و تعاملی، سنجیده گردید. در ادامه آیتم‌های ارزشیابی و نحوه همپوشانی محتوایی و مقداری با اهداف یادگیری طراحی گردید.

برای نمونه، در طراحی درس ماشینهای الکتریکی شش هدف یادگیری تنظیم گردید. سیستم ارزشیابی به نحوی طراحی گردید که ۶۰٪ پایان ترم و ۴۰٪ طول ترم را شامل می‌شد. ۴۰٪ ارزیابی طول ترم شامل ۱۰٪ میان ترم، ۱۰٪ تکلیف فردی، دو کوئیز ۵ درصدی که جمعاً ۱۰٪ و یک پروژه طراحی ۱۰٪ بوده است.

میزان توفیق در دستیابی به اهداف درس ماشینهای الکتریکی در شکل ۶ نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود بطور میانگین به ۶۷.۸٪ از کل اهداف یادگیری این درس دست یافته ایم. میزان و سطح یادگیری هر یک از ۶ هدف یادگیری درس مذکور در نیمسال اول تحصیلی ۹۵/۹۶ نیز در شکل به تصویر کشیده شده است. جدول ۱ کیفیت دستیابی و عملکرد یادگیری درس ماشینهای الکتریکی را نشان می‌دهد که می‌تواند در نحوه سیاست گذاری بهبود کیفیت آموزش این درس در ترم‌های آتی بسیار موثر واقع گردد. جدول ۱ و شکل ۶ امکان عیب یابی و محل و شدت عدم دستیابی به اهداف یادگیری درس را آشکار می‌سازد. در واقع مسیر یابی عدم توفیق ۱۰۰ درصدی هر آیتم قابل تحلیل می‌باشد.



شکل ۶: میزان دستیابی به اهداف یادگیری درس ماشینهای الکتریکی

برای مثال LO۱ در این درس دارای کمترین، ۶۲.۳٪، دستیافت یادگیری بوده است. از آنجائیکه این LO غالباً توسط میان ترم و پایان ترم سنجیده شده است و بدلیل اقبال کم دانشجویان در نمره میان ترم و پایان ترم، میزان دستیابی به این هدف یادگیری در نازلترین جایگاه قرار



انعطاف پذیری بالا در طراحی رویکردها و راهبردهای مدیریتی و اصلاح کیفی روندهای آموزش را فراهم آورد. سیستم فیدبک دار ارائه شده با تکیه بر طراحی درس دقیق و مشاهده پذیر (PO, LO) و طراحی زمانی-محتوایی آیت‌های ارزشیابی، به‌همراه شگردهای تدریس هدف-محور ضمانت اجرای موثر این سیستم آموزش را تأمین نمود. نتایج حاصل از پیاده سازی این سیستم در مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا نشان داد که می‌توان به سهولت و دقت زیاد نارسایی‌های یادگیری را جابجایی و برای ترمیم و ارتقاء سطح دستیافت‌های عالی برنامه و میزان یادگیری دروس سیاست ورزی نمود. بطور خلاصه می‌توان ادعا نمود که هدایت پذیری حرکت کیفی آموزش مهندسی در روندی پایدار و روبه جلو با استفاده از سیستم پیامد-محور میسر گردید.

اصلی‌ترین چالش این سیستم شاید مرحله تدوین LO ها باشد که نیازمند درک دقیق از مفهوم سیستم و ارتباط صحیح در برقراری همپوشانی با اهداف برنامه، PO باشد. که این مهم از طریق آموزش عملی مدرسین دروس مربوطه و جلسات گروهی قابل رفع می‌باشد. در حال حاضر توسعه نرم افزاری این سیستم که نیازمند پایگاه داده ای منعطف و سریع باشد و بتوان این سیستم را در تحت وب راه اندازی نمود با استفاده از محیط ASP.net MVC و پایگاه داده SQL Server در دست انجام می‌باشد.

## مراجع

[۱] عباس بازرگان، "در انتظار نهاد ملی ارزیابی کیفیت"، دوماهنامه تخصصی دانشگاه امروز، سیاست گذاری آموزش عالی، شماره نخست، اردیبهشت ۱۳۹۶

[۲] وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، آئین نامه نظام نظارت، ارزیابی و تضمین کیفیت علوم، تحقیقات و فناوری (سند شماره ۱۹۳۸۱/او مورخ ۱۳۹۵/۹/۳). تهران: وزارت. عتف.

[3] E.F. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund, D.R. Brodeur, K. Edström, Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach, Springer, 2014.

[4] W. Spady, Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers, Association of School Administrators, Arlington Virginia: American, 1994.

[۵] عباس بازرگان، ارزشیابی آموزشی، چاپ چهاردهم، دانشگاه تهران، ۱۳۹۴

نگاهی اجمالی بر کیفیت دستیابی به اهداف می‌تواند سهم عوامل موثر در کمترین و بیشترین توفیق را پیدا نموده و با تدوین یک سیاست جدید و ترمیمی وضعیت کیفی دستیابی را ارتقاء بخشد.

سیستم آموزشی یادگیری-محور بصورت یک مکانیسم سه فازآموزشی-مدیریتی-نظارتی در هسته عملیاتی آموزش دانشگاه تعبیه شده است. این سیستم در سه مرحله کارآموزی و آمادگی نیروها از طریق کارگاههای عملی و دوره‌های کوتاه مدت تخصصی، اجرای دستورالعمل‌های تدوین شده و نظامند و در انتها ارزیابی دستاوردهای حاصله که به دو صورت نرم و سخت انجام می‌پذیرد خلاصه شده که در شکل ۸ نیز مشاهده می‌گردد.



شکل ۸: حلقه عملیاتی سیستم یادگیری-محور

جدول ۲: کیفیت دستیابی به اهداف یادگیری درس ماشینهای الکتریکی

ردیف	آیتم	درصد
۱	میانگین دستیافت ها LO	۷۴٫۵
۲	کمترین دستیافت LO	۶۴٫۰
۳	بیشترین دستیافت LO	۸۱٫۵
۴	انحراف معیار دستیابی به ها LO	۷٫۲

## ۶ نتیجه‌گیری

پیاده سازی سیستم پیامد-محور ارمان دستیابی به مسیری روئیت پذیر در کنترل کیفی آموزش را نوید بخشید. حرکت استراتژیک آموزشی از یک سیستم سنتی یکسویه به سیستمی پسنخورد دار شرایط لازم برای



پنجمین همایش بین‌المللی آموزش مهندسی ایران  
(با تأکید بر بین‌المللی سازی آموزش مهندسی)  
۳۰ آبان تا ۲ مهرماه ۱۳۹۶

- [6] A.A. Rose, R. A. Ortega, C. Ortega-Dela, “ Educators’ Attitude towards Outcomes-Based Educational Approach in English Second Language Learning.” American Journal of Educational Research. V. 4, n. 8, 2016, pp 597-601.
- [7] K.Y. Tshai, J.-H. Ho, E.H. Yap, H.K. Ng , “Outcome-based Education – The Assessment of Programme Educational Objectives for an Engineering Undergraduate Degree”, Engineering Education V. 9 , n. 1,2014