

نقش سنجش دستاوردهای یادگیری در بهبود کیفیت آموزش مهندسی

زهید صادقی^۱، محمود کمرهای^۲، مهدی فراهانی^۳

^۱ استادیار، گروه سنجش و تحقیقات آموزشی دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، Sadaghi@ut.ac.ir

^۲ استاد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، Kamareei@ut.ac.ir

^۳ دانشجوی دکتری سنجش آموزش، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، Farahani_mahdi@ut.ac.ir

چکیده

آموزش به طور کلی و آموزش علوم و مهندسی به طور مشخص، یکی از کلیدیهای اصلی توسعه است و توسعه پایدار ضامن توفیق نسل حاضر و نسلهای آینده کشور محسوب می شود. با توجه به اهمیت علم و فناوری در توسعه جوامع امروزی و آرمغان زندگی راحت تر به برکت دانش مهندسی، موضوع آموزش مهندسی و ارزیابی آن به منظور ارتقا و بهبود مستمر، در دهه های اخیر اهمیت زیادی پیدا کرده است.

وجود دانش آموختگان و مهندسان دارای دانش تخصصی مطلوب، اما در بعضی موارد تواناییهای فنی-مهارتی و عملی غیرکافی برای کار در دنیای واقعی مهندسی یکی از دغدغه های جدی مدیران و مسؤولان آموزش عالی می باشد و این یعنی فاصله گرفتن آموزش مهندسی از عمل و واقعیت های بازار کار. از نظام آموزش عالی کشور انتظار می رود دانش آموختگان مهندسی را به نحوی تربیت نموده و تحویل جامعه دهد که بتوانند انتظارات حال و آینده صنعت و نیازهای کشور را برآورده سازند.

در واقع موضوع کیفیت و بهره وری به یکی از مهمترین چالشهای نظام آموزش عالی در دنیای امروز تبدیل گردیده است. برای تشخیص و تعیین میزان کیفیت آموزش عالی لازم است به مهمترین سازوکار سنجش کیفیت یعنی ارزشیابی آموزش روی بیاوریم. پیشرفتهای علمی و پژوهشی دو دهه اخیر موجب گشته تا فرایند ارزیابی آموزش مهندسی نیز تعدیل شده و از بررسی آنچه که دانشگاه عرضه می کند (فرایند آموزش- تدریس)، به تمرکز بر دستاوردهای یادگیری، یعنی آنچه که دانشجویین کسب کرده اند، بپردازد. دستاوردهای یادگیری به دانش، مهارت و نگرش کسب شده توسط فراگیر اطلاق می گردد که از طریق آموزش حاصل شده باشد.

در این مقاله ضمن مروری بر جایگاه دستاوردهای یادگیری در آموزش مهندسی و بهبود کیفیت آن از منظر مطالعات داخلی و بین المللی، کاستیهای مطالعات انجام شده بررسی شده و به مراحل اجرایی پژوهش در خصوص شناسایی و طبقه بندی دستاوردهای

یادگیری آموزش مهندسی در رشته مهندسی برق، به عنوان یکی از رشته های زیربنایی توسعه پایدار کشور و صنایع پرداخته می شود. در ادامه به رویکردهای پژوهشی مربوط به شناسایی و طبقه بندی دستاوردها از جمله روش تحقیق آمیخته از نوع اکتشافی یا تشریحی اشاره می شود. از آنجا که تشخیص دستاوردها به تنهایی کافی نیست و طراحی و ساخت آزمون و ابزار مناسب جهت سنجش دستاوردها از الزامات این فرایند محسوب می شود، در خصوص ویژگیهای ابزار مناسب و ساخت آن مانند سنجش عملکرد و پورت فولویو که در زمره روشهای سنجش و ارزیابی نوین آموخته ها محسوب می گردد، به علت تفصیلی بودن بحث، موضوع به مقاله دیگری در همین همایش واگذار می شود.

کلمات کلیدی

دستاوردهای یادگیری، آموزش عالی، مهندسی برق، سنجش آموزش، سنجش عملکرد و پوشه کار

۱- مقدمه

با توجه به اهمیت آموزش عالی در پیشرفت جامعه امروزی و انتظار روبه فزونی از نقش آفرینی آموزش عالی در شناسایی، حل یا کاهش مسائل جامعه فراندین و رمزگشایی از معضلات اجتماعی و اقتصادی بازار کسب و کار و صنایع از یک طرف و افزایش تحریریه تعداد دانشجویان دانشگاهها و فزونی گرفتن هزینه های آموزش عالی و دغدغه های گوناگون اجتماعی از سوی دیگر، موجب گشته توجه بیش از پیش به آموزش عالی و کیفیت آن آشکار شود. آموزش عالی مسئولیت تربیت و آماده سازی دانش آموختگان برای زندگی شهروندی و فعالیت در بازار کسب و کار را بر عهده دارد [۱]. در واقع موضوع کیفیت و بهره وری به یکی از مهمترین چالشهای نظام آموزش عالی در دنیای امروز تبدیل گردیده و سنجش نتایج نهایی این نظام آموزشی برای جامعه که هزینه آنرا تأمین می نماید، یک الزام نظام سنجش

۲- دستاوردهای یادگیری مهندسی برق

جامعه آموزشی متشکل از مشاغل و سازمانهای است که نیازمند نیروی انسانی متخصص و کارآمد می‌باشد. نیروی کاری که دانش و مهارت کافی را کسب کرده و این دو را در انجام وظایف حرفه‌ای با هم در آمیزد. اما به نظر می‌رسد در حال حاضر نیروی تربیت شده توسط دانشگاه‌ها لاقابل تا حدودی این نیاز صنایع و بازار کار را برآورده نمی‌سازد. دنیای امروز سوژه در کشورهای توسعه یافته وارد عصر فراصنعتی شده است. از الزامات این عصر می‌توان به تغییرات شدید بازار کار و شغل، وجود مهارت‌های گسترده فرده برای کسب پیشه و حرفه، لزوم خلاقیت فراوان و انعطاف‌پذیری در کارکنان و حجم وسیع اطلاعات مورد نیاز زمینه کسب و کار اشاره نمود. به طور کلی شرایط جدیدی بر دانشگاه‌های جهان و اهداف آموزشی آنها حاکم شده است. در چنین شرایطی از وظایف دانشگاه ایجاد و نهادینه کردن مجموعه‌ای از قابلیت‌ها در دانشجویان است که به شایستگی‌های کلونی تعبیر می‌شود [25]. نگاه دقیق و عمیق به نقش و اهمیت آموزش عالی در برآورده ساختن نیازهای جوامع پیشرفته امروزی، ضرورت شناسایی و دسته‌بندی دستاوردهای آموزش عالی و طراحی و ساخت ابزار مناسب جهت سنجش و ارزیابی میزان نیل به آنها، در واقع شیوه‌ای برای پاسخگویی به نیازهای روزافزون صنایع و سازمانها به برندها دانشگاهها است. برای نیل به این مهم، لازم است الگوی مناسب حاکم بر دستاوردهای یادگیری آموزش مهندسی برق شناسایی و مشخص گردد. از شرایط موجود سئاله حاضر می‌توان به گسترش روزافزون و کمی آموزش عالی از یک طرف و نبود ارتباط تعلیمی میان صنعت با دانشگاه از سوی دیگر اشاره نمود که موجب گشته دانش‌آموختگان آموزش‌های دانشگاهی به طور کفیل متناسب با نیاز بازار کار و سازمانها نباشد [۱۲] و لذا به هنگام جذب بخشی از سرمایه و نیروی سازمانها صرف آموزش دادن به نیروهای تازه استخدام بشود. در واقع نیروی فلغ‌التحصیل دانشگاهی بدون تجربه کار عملی و مهارت مدیریت فرایندهای مهندسی، از قبیل تحلیل، طراحی و اجراء وارد سازمان و صنعت شده و تازه آموزش‌های کاربردی مربوط به شغل آغاز می‌گردد و این همه یعنی هزینه اضافه روی دست جامعه و اتلاف منابع مالی، مادی و انسانی این مسأله در حالی رخ می‌نماید که در کشور ما مطالعات، پژوهشها و همایشهای متعددی در مورد نیازهای بازار کار به نیروی انسانی آموزش دیده و به طور کلی ارتباط صنعت و دانشگاه صورت گرفته اما در این بررسی‌ها بسیار کم به موضوع دستاوردهای یادگیری آموزش عالی توجه شده و مشکل صنایع و ناآر آسندی نیروی تربیت شدهی دانشگاهی از این جنبه منظر قرار نگرفته است و جای کار و پژوهش از این زاویه کاملاً مشهود و مورد نیاز است.

آموزش شده است. برای تعیین و تشخیص کیفیت آموزش عالی لازم است به مهمترین مکتبیم سنجش کیفیت یعنی ارزشیابی آموزش روی بیاوریم. ارزیابی کیفیت آموزش عالی دارای شاخص‌ها و جمع‌های گوناگونی از قبیل محیط یادگیری، برنامه درسی، مدرسان، امکانات و تجهیزات آموزشی و البته عملکرد یادگیری فراگیران و دانش‌آموختگان می‌باشد. در طی نیم قرن اخیر روشهای سنجش و ارزیابی دچار تحول بنیادی شده و روشهای سنجش از نظام سنتی و کلاسیک به سمت روشهای سنجش مستمر و لرنین تغییر جهت داده است. سنجش و ارزیابی عملکرد یادگیری جزء جدایی‌ناپذیر فرایند آموزش یادگیری در آموزش عالی است. کشورهای پیشرفته مدت‌هاست تلاش می‌کنند ارتباط بین صنعت و دانشگاه را اصلاح کرده و بهبود بخشند. به همین جهت فرهنگستان ملی مهندسی امریکا ۹۱ شایستگی را برای مهندسان در افق ۲۰۲۰ پیش‌بینی نموده است [24]. در امریکا اولین برنامه آموزش مهندسی در سال ۱۹۲۶ ارزشیابی شد و کشور ژاپن نیز در سال ۱۹۹۹ شورای اعتبارسنجی آموزش مهندسی ژاپن را به منظور توسعه همکاریهای میان دانشگاه و صنعت راه‌اندازی نمود. سایر کشورهای پیشرفته نیز طی یکی دو دهه اخیر به طور جدی به این مهم همت گماشته‌اند [۱۲].

دستاوردهای یادگیری آموزش عالی موضوعی است که مورد توجه دانشگاهها و مراکز سنجش کیفیت آموزش عالی قرار داشته و در سطح بین‌المللی سازمان همکاریهای اقتصادی و توسعه^۴ در نوای پروژه‌ی سنجش دستاوردهای یادگیری آموزش عالی^۵ طرح‌های سنجش و ارزیابی را در دو شاخه مهندسی و امور اقتصادی به اجرا در آورده است. از دستاوردهای یادگیری تعریف‌های مختلفی ارائه شده اما ما حاصل این تعاریف آن چیزی است که فراگیر باید در عمل نشان دهد و به فعلیت در آورد. دستاوردهای یادگیری به دانش، مهارت و نگرش کسب شده توسط فراگیر اطلاق می‌گردد که از طریق آموزش حاصل شده باشد. دستاوردهای یادگیری بیان می‌کند که فراگیران قادر به نشان دادن چه دانش، مهارت‌ها، و ارزشهایی در اثنای دوره، یکسری از دوره‌ها، یا کل برنامه آموزشی معینی (مانند کارشناسی مهندسی برق) هستند.

نظر به تحولات آموزش عالی و ضرورت‌های ناشی از پیشرفت‌های علمی و فناوری در جهان، پانگه سازمان همکاریهای اقتصادی و توسعه ملل متحد، سنجش دستاوردهای یادگیری را برای چند گروه مقید و مؤثر معرفی می‌کند [۱۲]. دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی، مدیران و مسئولان مؤسسات آموزشی، کارفرمایان، دولتمردان و مدیران سازمانی، فراگیران بنابراین سنجش دستاوردهای یادگیری در رشته‌های تخصصی آموزش عالی می‌تواند برای گروه‌های مختلفی از ذینفعان مفید واقع شود.

۳- دستاوردهای یادگیری

دستاوردهای یادگیری آموزش عالی موضوعی است که از منظر قبلی مورد توجه دانشگاه و مراکز سنجش کیفیت آموزش عالی جهان قرار داشته است. دستاوردهای یادگیری آن چیزی است که فراگیر باید نشان دهد و به فعلیت درآورد. دستاوردهای یادگیری به دانش، مهارت و نگرش کسب شده توسط فراگیر اطلاق می‌گردد که از طریق آموزش حاصل شده باشد. دستاوردهای یادگیری عبارت است از آنچه که دانشجویان یا دانش‌آموختگان باید در زمان تکمیل برنامه آموزشی بداند و قادر به انجام دادن آن باشند.

دستاوردهای یادگیری آموزش عالی و بویژه آموزش مهندسی دارای دسته‌بندی‌های مختلفی است و در دانشگاهها و کشورها بنا به شرایط هر کدام، به شکل‌های گوناگونی طبقه‌بندی شده است. در تحقیقی که دانشگاه کلمبیا در ایالات متحده انجام داد، شایستگی‌های مورد نیاز دانشجویان را در هفت مورد خلاصه نمود. این شایستگی‌ها عبارت است از: انعطاف‌پذیری، قابلیت تصمیم‌پذیری مهارت‌های پایه و آشنایی با اصول کلی یک رشته، خلاقیت، درک عام اخلاق و ارزش‌های انسانی، مهارت‌های ارتباطی قوی شامل خوب گوش دادن و خوب سخن گفتن و خوب نوشتن، مهارت‌های بنیادین یعنی آشنایی با الگوها و ساختارها و ملزومات الگوهای سیستمی، و بالاخره مهارت‌های تحکیم‌کننده مانند توانایی مواجهه با حوزه‌های جدید و فاعلیت و توانایی رفع تردید [25]. در اساس همین دیدگاه، انواع شایستگی‌های مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی برای موفقیت در کار و صنعت عبارت است از:

۱. دانش فنی و تخصصی
۲. مهارت‌های فردی (شخصیتی)
۳. مهارت‌های بین‌فردی
۴. مهارت‌های حرفه‌ای و اخلاقی [۱۴]

دسته‌بندی دیگری که برای انواع توانایی‌های مورد نیاز مهندسان برای سال ۲۰۲۰ ذکر شده، مربوط به گزارش فرهنگستان ملی مهندسی آمریکا است. در این گزارش ۹ مهارت برای مهندسان ۲۰۲۰ به شرح زیر برشمرده شده است.

۱. مهارت‌های تحلیلی قوی مانند مهندسان دیروز و امروز
۲. خلاقیت
۳. فراست و زیرکی در موقعیتهای عمای
۴. برقراری ارتباط در سطح مورد نیاز
۵. آگاهی به اصول تجارت و مدیریت
۶. آگاهی و استفاده از اصول رهبری در موقعیتهای کاری
۷. برحورداری از مبانی اخلاقی و حس حرفه‌ای
۸. برخورداری از خصوصیات پویایی، زیرکی، واکنش و انعطاف‌پذیری مناسب
۹. یک فراگیر مادام‌العمر خواهد بود [۱۵].

شورای اعتبارسنجی مهندسی و فناوری آمریکا برای برنامه‌های آموزش مهندسی یازده دستورده مهم را برشمرده است [۱۶]. البته دستاوردهای یک برنامه آموزش مهندسی لزوماً در محدوده همین ۱۱ دستورده قرار نمی‌گیرد و می‌تواند دستاوردهای دیگری را دربر بگیرد. به دلیل اهمیت موضوع، این ۱۱ دستورده در زیر ذکر شده است.

الف) توانایی به کارگیری دانش‌های ریاضی، علوم و مهندسی
ب) توانایی طراحی و اجرای آزمایشها و تحلیل و تفسیر داده‌ها
پ) توانایی طراحی یک سیستم، وسیله یا فرایند برای رفع نیازها یا در نظر گرفتن واقع‌بینانه محدودیتهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، سلامتی و ایمنی

ت) توانایی کردن در گروه‌هایی با عملکردهای چندگانه

ث) توانایی شناسایی، ساماندهی و حل مشکلات مهندسی

ج) توانایی درک مسؤیتهای حرفه‌ای و اخلاقی

چ) توانایی برقراری ارتباط مؤثر

ح) کسب آموزش‌های لازم برای درک تأثیر راجل‌های مهندسی در قالب جهانی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی

خ) درک ضرورت کسب مداوم آموزش در جریان کار حرفه‌ای

د) آگاهی از مسائل روز و جدید

ذ) توانایی استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها و ابزارهای مدرن و ضروری برای فعالیت‌های مهندسی

گروهی از متخصصان زیر نظر دانشگاه ام آی تی (MIT) آمریکا در سال ۲۰۰۴ به منظور هدایت مدیران برنامه‌های آموزشی و کمک به قضاوت در ترصد پیشرفت‌های جهانی، یک برنامه آموزشی خاصی را طراحی و پیشنهاد کردند. این مدل آموزش مهندسی، معروف به الگوی CDIO است که مجموعه مضامین و مهارت‌هایی را برای یک دانش‌آموخته مهندسی در دنیای کنونی پیش‌بینی می‌کند. البته برنامه آموزشی مذکور بیشتر بر تربیت مهندسان نسل آینده تأکید می‌ورزد. در این نگرش جدید دانش‌آموخته مهندسی باید بتواند در سیستم‌های پیچیده مهندسی، در محیطی مبتنی بر کارگروهی، برای خلق سیستمها و محصولات، اقدام به طراحی و اجرا نموده و این سیستمها را به کار برد. در این مدل چهار وظیفه برای مهندسان پیشنهاد شده است شامل: شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری.

در این برنامه آموزشی مدرن ۱۲ استاندارد در قالب معیارهای چهارگانه CDIO معرفی شده است. در ذیل این دوازده استاندارد که در واقع دستاوردهای سیستم آموزش مذکور است، برای آموزش مهندسی در مقیاس جهانی ارائه شده است [22].

۱. قالب آموزش مهندسی
۲. دستاوردهای برنامه درسی
۳. برنامه درسی یکپارچه
۴. تراجمی بر مهندسی



کانونی و بازگویی از من برای سنجش آنها می‌نوشتند وقت و صحت یافته‌ها را بهبود بخشید.

مطهری‌نژاد و همکارانش [۱۴] در تحقیقی به رابطه‌ی آموزش مهندسی دانشگاهی با نیازهای بازار کار و صنعت پرداختند. در این مطالعه تعدادی از مهندسان برجسته و صاحب‌نظر ایرانی انتخاب شدند و ارتباط آموزش مهندسی با صنایع از دید آنها بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد لازم است کانونی ارتباطی متنوعی چون آموزش، تحقیق، مشاوره و همایش برای نزدیکی بیش از پیش آموزش مهندسی با صنعت و کسب و کار فراهم شود. تأکید آموزش مهندسی بر خلاقیت، کار گروهی، برقراری ارتباط، یادگیری مادام‌العمر، اخلاق مهندسی و انگیزه کافی برای موفقیت حرفه‌ای از الزامات این نوع آموزش برای دنیای کنونی است. در تحقیق دیگری همین پژوهشگران [۲۱] تعدادی از اعضای هیأت علمی دانشگاه را انتخاب کرده و مهمترین چالشهای آموزش مهندسی کشور را از دید آنها بررسی کردند. عدم اطمینان دانشجویان از آینده کاری خود، مشکلات اجتماعی و اقتصادی از چالشهای این نوع آموزش از دید اساتید دانشگاه معرفی شد. ترمس عملی، پروژه، آزمایشگاه و کارگاه آموزش راهانه‌ی و زین انگلیسی، مشارکت بیش از پیش مهندسان در توسعه پایدار جامعه از اهمیت ویژه‌ای در آموزش مهندسی از دید آنها برخوردار است. به طور کلی در پژوهشها و مطالعاتی که در مورد دستاوردها انجام گرفته به آموزش عالی و با حداکثر مهندسی توجه شده در حالی که رشته‌های مختلف دانشگاهی نیاز به بررسی و تشخیص دستاوردها دارند. در ادامه مقاله با بیان روش‌شناسی مناسب دستاوردهای مهندسی سرتی، برخی اشکالات این مطالعات بررسی می‌گردد.

۴- روش تحقیق

به منظور به دست آوردن اطلاعات و شواهد معتبری درخصوص دستاوردهای یادگیری مهندسی برق و ابزارسازی مناسب برای آن، لازم است از روش تحقیق آمیخته‌ی اکتشافی استفاده شود. به طور کلی دلایل توجیهی انتخاب این روش تحقیق برای بررسی موضوع حاضر عبارت است از: ۱) فقدان شناسایی دستاوردهای یادگیری مهندسی برق در کشور، ۲) فقدان طبقه‌بندی علمی و معتبر از انواع دستاوردهای یادگیری آموزش مهندسی برق در آموزش عالی و در دانشگاههای صنعتی و فنی و ۳) فقدان ابزار و وسایل سنجش معتبر دستاوردهای یادگیری مهندسی برق در کشور. به طور کلی تلاقی و بکر بودن موضوع پژوهش و لزوم مشارکت فرهیختگان و متخصصان دانشگاهی و خیرگان صنعتی در شناسایی، دسته‌بندی و ابزارسازی دستاوردهای یادگیری، می‌طلبید که از روش تحقیق آمیخته از نوع اکتشافی بهره‌گیری شود. در روش آمیخته دو شیوه کمی و کیفی با یکدیگر

۵. تجربه‌های طراحی و ساخت
۶. کارگاه آموزشی
۷. تجربه‌های یادگیری یکپارچه
۸. یادگیری فعال
۹. مهارتهای حرفه‌ای استادان
۱۰. مهارتهای تدریس استادان
۱۱. ارزیابی مهارتها
۱۲. تضاد CDIO در مورد برنامه

از کارهای پژوهشی انجام گرفته در این حوزه در داخل کشور می‌توان به تحقیق شریف‌نژاده و محبوبی [23] تحت عنوان "تحلیل دستاوردهای مورد انتظار از دوره کارآموزی در آموزش کشاورزی: مورد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان" اشاره نمود که با هدف شناسایی و تحلیل دستاوردهای یادگیری مورد انتظار دوره‌های کارآموزی طراحی و اجرا شد. تحلیل عملی دستاوردهای یادگیری سه عامل را آشکار نمود. دستاوردهای آموزشی و یادگیری: توسعه صلاحیت‌های حرفه‌ای، شغلی و کسب‌آفرینی؛ توسعه فردی، یکی از تحقیقات نایل توجه در خصوص شایستگیهای حرفه‌ای دانش‌آموختگان مهندسی، کاری است که توسط فیض و بهادری‌نژاد [۱۷] صورت گرفته است. آنها با بررسی شایستگیهای دانش‌آموختگان مهندسی دانشگاه صنعتی شریف، فهرستی از این شایستگیها، از دید خبرگان تدارک دیدند و از این طریق آنگویی برای شایستگی مهندسان تدوین نمودند. برای این منظور با نوروش کیفی و کمی، شایستگیها را در سه دسته کلان، اصلی و فرعی طبقه‌بندی کردند. در مرحله کیفی پژوهش، شایستگیها و دسته‌بندی آنها را استخراج کرده و در مرحله کمی نیز روی یک نمونه نسبتاً کوچک از دانش‌آموختگان دانشگاه صنعتی شریف، آنگویی مورد نظر را ارزیابی کردند. شایستگیهای کلان شامل ۴ مورد، اصلی ۷ مورد و فرعی ۲۸ شایستگی بدست آمد. چهار دسته کلان مشتمل بر عنوانین انگیزه متعالی، تخصص علمی، توانمندی عملی، و اهتمام به رشد و بلندی بود.

در تحقیق دیگری شارع‌پور و همکارانش [۱۸] به منظور نیازسنجی نیروی انسانی متخصص کشور، شایستگیهای کانونی دانشجویان آموزش عالی را بررسی کردند. آنها ضمن مصاحبه با مدیران واحدهای صنعتی، فهرستی از ویژگیهای ضروری برای دانشجویان را شناسایی کرده و سپس از طریق نظرسنجی به بررسی این خصوصیات در دانشجویان سه دانشگاه کشور در رشته‌های مهندسی و علوم انسانی پرداختند. در مجموع شانزده شایستگی عمومی برای دانشجویان آموزش عالی شناسایی شد. ضعف این مطالعه برای سنجش شایستگیها سده کردن به دانشجویان از طریق نظرسنجی بود. حالیکه استفاده از دانش‌آموختگان و متخصصان دانشگاهی برای شناسایی شایستگیهای

گامهای تحقیق اکتشافی آمیخته در شکل شماره ۱ ارائه شده است. تحقیقات متعددی وجود دارد که برای شناسایی زمینه موضوع تحقیق و کسب اطلاعات اولیه و مبنایی و سپس تهیه ابزار و رواسازی آن از همین رویکرد بهره برده‌اند (برای مثال: صیبر، ورنوب و بیچاره، ۲۰۰۱؛ میزراهی و روزنتال، ۲۰۰۱؛ به نقل از کرسول و کلارک ۱۵، ۱۶، ۱۷). با این توضیح، مشخص است که به علت فقدان دستوردهای یادگیری و دستهبندی آنها و ناشناخته بودن تعداد دستوردهای مذکور و همچنین نبود ابزارهای معتبر برای سنجش آنها، روش تحقیق مناسب در چنین مواردی، روش تحقیق آمیخته‌ی اکتشافی خواهد بود. مراحل چنین تحقیقی به ترتیب زیر خواهد بود:

مرحله کیفی تحقیق: در این مرحله که بخش نخست است، هدف شناسایی و طبقه‌بندی دستوردهای یادگیری آموزش مهندسی برق می‌باشد. برای این منظور لازم است از طریق روش گروه کانونی^۱ به انجام مصاحبه‌های کیفی یا متخصصان و خبرگان آموزش مهندسی پرداخته. این مصاحبه‌ها معمولاً در گروه‌های ۶ تا ۱۲ نفری از متخصصان و خبرگان دانشگاهی شامل اعضای هیأت علمی و دانش‌آموختگان رشته مهندسی برق مقطع کارشناسی که دارای شناخت کافی از موضوعات علمی و صنعتی مهندسی برق دارند، همچنین کارفرمایان و مدیران صنعت برق کشور می‌باشد که مسؤولیت نظارت و مدیریت دانش‌آموختگان را عهده‌دار هستند. در دستور کار قرار خواهد داشت. در روش گروه‌های کانونی، یک نمونه غیراحتمالی از جامعه مورد مطالعه برای مصاحبه گروهی انتخاب می‌شود (۱۸، ص ۷۷). البته در برخی مواقع که انتظار می‌رود افراد با ویژگی‌های گوناگون، نظریات متفاوتی درباره موضوع مورد مطالعه نداشته باشند، برحسب شرایط و موقعیت، پژوهشگر باید چند گروه کانونی جداگانه را تشکیل دهد و مصاحبه را به عمل آورد (۱۸، ص ۷۸). در این مرحله همچنین مصاحبه‌های افرادی نیز اجرا خواهد شد. حاصل اجرای این مرحله علاوه بر شناسایی دستوردهای یادگیری مهندسی برق از دید متخصصان، طبقه‌بندی انواع دستوردها در اساس مؤلفه‌های اصلی و فرعی خواهد بود تا برای مرحله دوم که همان فراسازی و ساخت ابزار مناسب و معتبر سنجش دستوردها می‌باشد، اطلاعات لازم را بدست دهد.

ترکیب و تلفیق شده و در نتیجه هر دو نوع تحقیق با هم در یک مطالعه استفاده می‌گردد. البته بر حسب اینکه قدم و تأخر این دو نوع تحقیق چگونه باشد، تحقیقات آمیخته خود سه نوع [۱۹] و از دیدگاهی دیگر به چهار نوع [۲۰] تقسیم می‌شود. در صورتی که بر حسب ضرورت موضوع و هدف پژوهش، تحقیق کمی نخست و تحقیق کیفی در مرحله دوم اجرا شود، از آنجا که این شیوه برای تبیین و تفسیر نتایج حاصل از مرحله کمی یکس می‌رود، به آن تحقیق آمیخته‌ی تبیینی^۲ گویند. چنانچه نخست تحقیق کیفی اجرا شود و سپس بر اساس نتایج حاصل از آن به برنامه‌ریزی مرحله کمی پژوهش پرداخته شود، تحقیق ترکیبی از نوع اکتشافی^۳ خواهد بود زیرا معمولاً این ترتیب برای ابزارسازی یا طراحی و تدوین طبقه‌بندی جدیدی که وجود ندارد، بکار می‌رود. بنابراین رویکرد تحقیق اکتشافی برای کشف ابزار ناموجود، شناسایی متغیرهای ناشناخته یا تدوین نظریه، مدل یا طبقه‌بندی جدید و تست آن می‌باشد. اما حالت سوم که تحقیق آمیخته همزمان با به هم تنیده^۴ نام گرفته است، به صورت موازی و تقریباً همزمان به برنامه‌ریزی و اجرای رویکرد کمی و کیفی می‌پردازد و نتایج هر دو فاز را با یکدیگر تلفیق و ترکیب می‌کند تا به فهم بهتری از موضوع پژوهش دست یابد.

علت مناسبیت روش تحقیق آمیخته برای موضوع بررسی دستوردهای یادگیری مهندسی برق و تأکید بر شیوه اکتشافی یعنی گزینش روش کیفی-کمی، اینست که نه روش کیفی برای شناسایی دستوردهای آموزشی کافی خواهد بود و نه اتنا به ساکن می‌توان برای ابزارسازی سنجش دستوردها از روش کمی بهره برد. از آنجا که برای سنجش دستوردهای یادگیری نیاز به طراحی و ساخت ابزار مناسب می‌باشد و برای ساخت ابزار باید نخست دستوردها را در اختیار داشت، و از طرف دیگر تاکنون در ایران دستوردهای یادگیری مهندسی برق بررسی و شناسایی نشده، لازم است نخست با روش کیفی به شناسایی این دستوردها پرداخته و سپس ابزار لازم ساخته شود و در مرحله کمی، ابزار به بونه اجرا گذاشته شده و با اجرای روش‌های روان‌سنجی، اعتباریابی و رواسازی گردد. همانطور که می‌دانیم، شیوه اکتشافی در روش تحقیق آمیخته می‌تواند شامل ابزارسازی و اندازه‌گیری شده و یا برای تدوین طبقه‌بندی و آزمودن آن بکار رود. مراحل و ارتباط درونی



شکل (۱): نمایش مراحل و توالی پژوهش به روش آمیخته اکتشافی با دو فاز کیفی و کمی

مورد مطالعه از نمونه مورد مشاهده نیست بلکه هدف شناخت عمیق و دقیق مختصات نمونه و ویژگیهای آنست [۵]. به قول کرنی "پژوهش کیفی راهی برای رسیدن به محتوای ذهنی افراد است و هدف آن به جای تعمیم یافته‌ها، کسب درک عمیق از پدیده مورد بررسی است [28]. به همین لحاظ اعضای نمونه پژوهش کیفی دعوت یا انتخاب می‌شوند. برای شناسایی و دست‌بندی دستاوردهای یادگیری باید از نظر متخصصان و صاحبان ایده و نظر در بخش مهندسی برق استفاده کرد که این افراد نه چندان زیاد هستند و نه به راحتی در دسترس که به نوان به صورت تصادفی از آنها نمونه گرفت. لازم است این صاحب‌نظران بر اساس هدف مطالعه شناسایی، انتخاب و دعوت شوند تا از طریق تشکیل گروه‌های کانونی و مصاحبه‌های انفرادی به تبادل نظر پرداخته و دستاوردهای نامعین را معین و مشخص سازند. یادآوری می‌شود نمونه‌گیری هدفمند با گروه‌های کانونی باید به شیوه‌ای انجام شود که محقق به اشباع نظری دست پیدا کند، یعنی به گونه‌ای که انتخاب افراد دیگر برای انجام مصاحبه، اطلاعات و داده‌های بیشتری برای تحقیق فراهم نکند [۱۹].

نمونه‌گیری مرحله کمی- اما در فاز کمی اجرای چنین تحقیقی لازم است از روش نمونه‌گیری احتمالی استفاده شود. این نمونه شامل دانش‌آموختگان رشته مهندسی برق و کارفرمایان و مدیران آنها در یک محدوده‌ی جغرافیایی معین می‌باشد که در شرکتها و سازمانهای مرتبط با صنعت برق بخش خصوصی و دولتی فعالیت داشته و از طریق اتحمن‌های فلغ‌التحصیلان دانشگاه‌های معتبر مورد نمونه استخراج می‌گردد.

۶- ابزار و آزمونه‌های سنجش دستاوردها

با توجه به نوع روش تحقیق که آمیخته اکتشافی است و دستاوردهای یادگیری بایستی از ابعاد کیفی و کمی مطالعه شود، ابزارهای مختلفی جهت گردآوری داده‌ها بکار می‌رود. ابزار تحقیق در مرحله کیفی، فاز کیفی پژوهش عمدتاً به شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌گذاری دستاوردهای یادگیری آموزش مهندسی در رشته برق می‌پردازد. برای این منظور لازم است از روش مصاحبه در جمع متخصصان و صاحب‌نظران آموزش مهندسی برق

مرحله کمی تحقیق، با توجه به هدف و ماهیت موضوع مورد نظر، در مرحله کمی از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی استفاده خواهد شد. روش تحقیق توصیفی-تحلیلی، محقق را قادر می‌سازد تصویری از واقعیت‌های حاضر ارائه نموده و به بیان استدلالی دلایل احتمالی مسأله پژوهش بپردازد. مطابق الگوی روش تحقیق اکتشافی آمیخته، در مرحله کمی، محقق به تدوین طبقه‌بندی یا تدوین و ساخت ابزار اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش اقدام می‌نماید. بر همین اساس در مرحله دوم (کمی)، لازم است ابزار سنجش دستاوردها بر اساس پیشینه نظری و تجربی و دیدگاه حاصل از گروه‌های کانونی و مصاحبه‌های انفرادی ساخته شود و روی نمونه‌ی مهندسی از دانش‌آموختگان رشته مهندسی برق و کارفرمایان، مدیران و سرپرستان آنها اجرا شده و از نظر اصول رولسنجی اصلاح کرده تا در نهایت یک آزمون معتبر سنجش دستاوردهای یادگیری مهندسی برق بدست آید. نکته حائز اهمیت اینکه برخلاف برخی تحقیقات اجرا شده که به اجرای ابزار بر روی گروه دانشجویان سال‌های سوم و چهارم بسنده کرده‌اند (برای مثال [۱۸])، ضرورت انتخاب دانش‌آموختگان برای اجرای ابزار سنجش ساخته شده اینست که دستاوردهای یادگیری به توانمندی دانش‌آموختگان در محیط کار و در انجام وظایف شغلی مربوط می‌شود و به صورت قابلیت فرد در استفاده از دانش و مهارت آموخته شده در پایان تحصیل دانشگاهی، در موقعیت کسب و کار متبلور می‌گردد. بنابراین یک دانش‌آموخته مدنی پس از فراغت از تحصیل و اشتغال به کار در سازمانها و صنایع، می‌تواند مناسبت ابزار ساخته شده برای سنجش دستاوردها را آشکار نماید.

۵- نمونه و روش نمونه‌گیری

نمونه‌گیری مرحله کیفی- در پژوهش‌های کیفی نمونه‌گیری معمولاً به شناختی از قبیل هدفمند، قصدی، نظری و عمدی نام برده می‌شود و نمونه به صورت تصادفی از جامعه استخراج نمی‌گردد. نمونه‌گیری هدفمند به معنای انتخاب هدفدار واحدهای پژوهش برای کسب دانش یا اطلاعات است و شامل انتخاب واحدها یا نمونه‌هایی مورد پژوهش براساس هدف پژوهش است [۴]. این موضوع اساساً به این علت است که هدف مطالعه کیفی تعمیم دادن نتایج و استنباط خصوصیات جامعه

این زمینه با توضیح و توجیه نحوه صحیح اصول آزمون‌سازی و طراحی سؤال، متخصصان مربوطه در این زمینه راهنمایی و هدایت می‌شوند تا از طراحی سؤالات معیوب جلوگیری شود. در همین راستا برنامه‌ریزی و اجرای جلسات توجیهی و آموزشی و در صورت لزوم کارگاهی برای طراحان محترم ضروری خواهد بود.

بنابراین ابزار مرحله دوم پژوهش آزمون‌سنجش دستاوردهای یادگیری و پرشدن‌های سنجش عوامل مؤثر در دستاوردها می‌باشد که از آن شامل دو بخش سؤالات چندگزینه‌ای و سؤالات تشریحی یا تهیه‌پاسخ خواهد بود [۱۳]. سؤالات دسته دوم برای سنجش قابلیت درک و فهم و انتقال مفهیم به موضوعات و مسائل جدید به کار می‌رود. سؤالات چندگزینه‌ای نیز برای سنجش آشنایی یا تسلط دانش‌آموختگان بر مباحث اساسی و ضروری رشته مهندسی برق طراحی می‌شود. در واقع هدف از این آزمون، سنجش مفهومی دستاوردهای یادگیری می‌باشد و نه سنجش دانش و اطلاعات افراد، زیرا محفوظات ضمن اینکه ارزش چندانی از نظر سطوح اهداف یادگیری ندارد، پس از مدتی به بومه فراموشی سپرده شده و انتظار اینکه دانش‌آموختگان مدتی پس از تحصیل در موفقیت شغلی خود، دانش و اطلاعات کلامی را به خاطر آورند، انتظار چندانی به جایی نیست. برای ساخت سؤالات تهیه‌پاسخ ضمن بهره‌برداری از متون اصلی مهندسی و برنامه آموزشی مربوطه، نمونه سؤالات ساخته شده به مدرسان و متخصصان فن ارائه شده تا اصلاح و تعدیل گردد. این نوع سؤالات در زمره سنجش عملکرد قرار دارد که به اندازه‌گیری مهارت عملی و کاربردی آموخته‌ها می‌پردازد. اصولاً سنجش عملکرد در موقعیتهایی که قصد تعیین دانش عملی را داریم، مورد توجه قرار می‌گیرد.

روشهای مرسوم سنجش و آزمون‌های سنتی پس از یک قرن حاکمیت بی‌چون و چیرا و البته خدمات ارزنده‌ای که در طی این مدت به نظام آموزش و سنجش ارائه کرد، از اواسط دهه ۸۰ میلادی و بنویزه از دهه ۹۰ با روی کار آمدن دیدگاههای جدید به تدریج تضعیف شده و جای خود را به روشهای سنجش عملکردی و واقعی داده است [۷]. سنجش عملکرد دارای انواعی شامل آزمون‌های کتبی عملکردی، شناسایی، شبیه‌سازی، و نمونه‌گر می‌باشد [۸]. مسلماً نمونه‌کار بالاترین سطح سنجش عملکردی است که به تولید محصول یا فرایند می‌پردازد و در مواقعی که امکان‌پذیر باشد، توصیه می‌گردد. از آنجا که تهیه و پاسخگویی به سؤالات عملکردی وقت‌گیر بوده و دقت زیادی می‌طلبد، تعداد این نوع سؤالات معمولاً زیاد نبوده که به همین لحاظ از مدرسان با تجربه در تهیه آنها استفاده خواهد شد. نازکی موضوع و موفقیت حل مسئله و تأکید بر فرایندهای مهندسی از قبیل تجربه و تحلیل، طراحی و اجرا در این نوع تکلیف اهمیت زیادی دارد و سعی

استفاده شود که علاوه بر آنکه امکان تبادل نظرات و دیدگاههای افراد را فراهم می‌آورد، به عنوان ابزاری تلقی می‌شود که امکان بررسی موضوعی پیچیده، پیگیری پاسخها با پیدا کردن حل آن و اطمینان یافتن از درک سؤال از سوی آزمودنی را فراهم می‌سازد. مصاحبه‌گر می‌تواند پاسخها را پیگیری نموده و ب دوباره تعریف کردن سؤالها؛ ابهامها را رفع نماید [۶] (ص ۱۵۱). علاوه بر این، در ضل فرایند مصاحبه امکان مشاهده احساسات و رسیدن به باورها و دیدگاههای دنیای مصاحبه‌شوندگان دربره موضوع پژوهش نیز وجود خواهد داشت [۱۱]. علاوه بر استفاده از گروههای کانونی، بنا به اهمیت موضوع و با توجه به عدم امکان گردآوری برخی صاحب‌نظران در گروههای کانونی و یک محل جغرافیایی معین، تلاش می‌شود ب بهره‌گیری از مصاحبه‌های انفرادی و پرسشنامه، دیدگاههای برخی متخصصان برجسته نیز جمع‌آوری شود.

سؤالات و محورهای مصاحبه‌های انفرادی و گروه‌های کانونی، بر اساس مطالعه دقیق و عمیق منابع موجود و مرتبط با موضوع مهندسی برق در داخل و خارج از کشور، مشخص گردیده و با تکی چند از متخصصان دانشگاهی و صنعتی مورد بررسی قرار می‌گیرد. دلیل استفاده از روش مصاحبه گروه کانونی علاوه بر فراهم‌سازی فرصت تفکر در مورد انواع دستاوردهای یادگیری مهندسی برق، تصورات و تفکرات ندرست در مورد دستاوردها و انتظارات از دانش‌آموختگان رشته مهندسی برق را آشکار خواهد ساخت و به بهبودی از خواسته‌ها و توقعات کارفرمایان، متخصصان و دانشگاهیان و حتی خود دانش‌آموختگان از رشته مهندسی برق در سطح کارشناسی مساعدت خواهد نمود.

ابزار تحقیق در مرحله کمی، بر اساس نتایج حاصل از مرحله کیفی تحقیق و با شناسایی انواع دستاوردها و انتظارات یادگیری از مهندسی برق در سطح کارشناسی، آزمون و پرسشنامه‌ی نظرسنجی بر اساس تخصص اساتید مجرب حرفه‌ای از موضوعات تخصصی رشته؛ طراحی و ساخته می‌شود. به این منظور متن مصاحبه‌های گروه‌های کانونی، مصاحبه‌های انفرادی یا کارفرمایان و دانش‌آموختگان مهندسی برق و حتی نقل قول‌های افراد و متون و مستندات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع برای ساخت سؤالات پرسشنامه بدقت بررسی و تحلیل محتوا می‌شود. برای ساخت آزمون سنجش دستاوردها، پس از شناسایی و دسته‌بندی انواع دستاوردهای مهندسی برق در مقطع کارشناسی، با کمک متخصصان و مدرسان با تجربه مهندسی برق، برای دستاوردهای اصلی یا محوری، تعدادی شاخص یا نشانه مشخص می‌شود تا بر اساس این مشخصات به طراحی و ساخت آزمون سنجش دستاوردها اقدام گردد. بنابراین از آنجا که دستاوردهای اساسی ممکن است مشتمل بر عبارات کلی باشد، شاخصها به خرد شدن محورهای یادگیری و لذا ارتقای دقت و صحت آزمون‌سازی کمک خواهد نمود. در

و ارزیابی ویژگی‌هایی از این دست نیل‌و به روش و ابزار فرایندمحور و پویاست تا بتواند پاسخها و ایده‌های خارج از چهارچوب‌های معینی را نیز بشنود، بپذیرد، ارزیابی کند و از همه مهمتر بدین‌لحاظ یک جواب درست نگردد و افراد را نیز به سمت آن سوق ندهد بیکه با دید و نگرش واگرا و زمینه‌ها و فرصتهای نوین را بنگشاید و پذیرا باشد. سؤال چندگزینه‌ای با فراهم ساختن چند پاسخ احتمالی، قدرت مانور و خلاقیت دانشجو را در محدوده‌ی همین گزینه‌ها حفظ می‌کند و فرصت خلق ایده و ارائه نظر را از پاسخگو می‌گیرد.

یکی از اصول و مبانی سنجش شناختی اینست که بطور کلی فراگیران، پردازشگران فعال اطلاعات (داده‌ها) هستند. از دیگر اصول دیدگاه شناختی عبارت است از اینکه نحوه و چگونگی یادگیری به اندازه آنچه آموخته می‌شود، اهمیت دارد. با ثبات‌ترین انگیزش برای یادگیری، انگیزش درونی است و تقوینهای بسیاری در توانایی و نوع پردازش اطلاعات در میان دانشجویان و فراگیران وجود دارد [۹]. در اهمیت پردازش اطلاعات توسط دانشجویان و تأثیر آن در پایداری و ماندگاری آموخته‌ها، همین بس که ادگار دیل تحت عنوان محروم یادگیری نشان داد بیشترین سطح یادگیری متعلق به زمانی است که چیزی را عملاً تجربه و عملیاتی کرده‌ایم. در واقع ۲ هفته پس از تدریس مطالب تنها ۱۰٪ آنچه خوانده شده به خاطر می‌ماند و ۲۰٪ آنچه شنیده شده است برای آنچه دیده شده ۳۰٪ و چیزی که هم دیده و هم شنیده‌است، ۵۰٪ و مطالبی که دانشجویان بیان کرده و توضیح داده‌اند ۷۰٪ به یاد می‌ماند. اما در مورد موضوعات درسی که شبیه‌سازی یک تجربه واقعی است و بالاتر از آن تطبیق که به صورت واقعی تجربه شده و به عمل درآمد است، میزان ماندگاری به ۹۰٪ افزایش می‌یابد [۱۰]. بنابراین ایجاد موقعیت شبیه‌سازی در آزمونهای عملکردی و حتی موقعیتهای کاملاً واقعی بیشترین نقش و سهم را در دوام یادگیری برای دانشجویان خواهد داشت. هرچند طراحی و اجرای این نوع آزمونها وقت زیادی از مدرس می‌گیرد.

سنجش فرایند و فرآورده - آزمونهای عملکردی نه تنها فرآورده و بازده‌های یادگیری و آموزش را مورد سنجش قرار می‌دهند، بلکه فرآیندها و مراحل انجام کارها را نیز بررسی و آزمون می‌کنند. از آنجا که در یکسری از امور و اهداف یادگیری، فرایند و نحوه انجام کار به اندازه محصول و بیرون‌داد آموزش و حتی بعضاً بیش از محصول حائز اهمیت است، در این قبیل موقعیتهای ضرورت و لزوم آزمونهای عملکردی خود را نشان می‌دهد. برای مثال مهارت در نواختن آلات موسیقی هر چند می‌تواند به صدای خوش و موزون و دلنشین منتهی شود، اما شیوه نواختن نواوت موسیقی اگر از آن مهمتر نباشد، کم اهمیت‌تر هم نخواهد بود. همچنین در مورد تعمیر وسایل و ادوات فیزیکی یا طراحی و اجرای پروژه در درس از مدارهای منطقی یا درس شبیه‌سازی فرایندها در گرایش مهندسی فرایند هر چند اصل تعبیر

می‌شود از موقعیتهای مسأله‌ی نزدیک به دنیای واقعی استفاده شود به همین جهت به آن سنجش اصیل یا موقی^{۱۱} نیز گفته می‌شود. به نظر می‌رسد روان‌سنجی سنتی تا حد زیادی مبتنی بر دیدگاه و مکتب روان‌شناسی رفتارگرایی و روانشناسی تجربی است، اما روشهای نوین سنجش از دیدگاه روان‌شناسی شناختی منبده گرفته و مکاتب تحولی و انسانی روان‌شناسی تغذیه‌کننده آنها هستند. روان‌شناسی رفتارگرایی معتقد است وقتی مفاهیم، موضوعات و مفایده به اجزاء کوچکتر تقسیم شوند یادگیری آنها ساده‌تر خواهد بود. به همین سبب آزمونهای سنتی که قدر به سنجش قطعات کوچک یادگیری هستند، منداول و مشهور شدند. اما دیدگاه شناختی کل‌نگر است و ارتباط اجزاء را با کل یکپارچه در نظر می‌گیرد و هر چند به اجزاء توجه دارد اما ارتباط اجزاء با یکدیگر و هیأت کلی اجزاء را از نظر دور نمی‌دارد. لذا چنین رویکردی ابزار و وسیله سنجش مناسب خود را می‌طلبد. اصولاً مهارتهایی که فرد برای یادگیری مفاهیم، تفکر خلاق و حل مسأله نیاز می‌گیرد، شناخت نامیده می‌شود و شناخت و استنباط فرد از یادگیری خود و مهارتهای اجرایی جهت کنترل و نظارت بر جریانهای یادگیری، فراشناخت^{۱۲} گفته می‌شود. به عبارت دیگر فراشناخت دانشی شخص نسبت به جریانهای ذهنی است، یعنی تفکر در مورد فکر کردن.

دیدگاهها و روشهای جدید سنجش و ارزیابی تحت عناوین مختلف و جذابی مطرح می‌شوند، سنجش و تدریس پویا^{۱۳}، سنجش عملکرد^{۱۴}، ارزیابی اصیل یا واقعی یا طبیعی^{۱۵}، سنجش رفتاری، ارزیابی و سنجش برنامهای مبتنی بر برنامه درسی^{۱۶}، سنجش پرومدهای^{۱۷}، سنجش و تدریس مبتنی بر زمینه یا منحن، سنجش پویا و تدریس تعاملی [۷]. در واقع از آنجا که روشهای جدید برای برطرف ساختن و کاهش معایب روشهای سنتی مطرح شده‌اند، نقطه مقلیل بسیاری از ضعفهای روشهای سنتی، نقاط قوت دیدگاههای جدید محسوب می‌شود.

چرایی و چگونگی - چرایی یادگیری‌ها و علل ناتوانی یادگیری هدف و مطمح نظر روشهای سنجش پویاست. چگونگی یادگیری نیز توسط این روشها بررسی می‌گردد و به همین لحاظ این روشها ابزار کارآمدی برای سنجش و اصلاح تدریس، گزینشی و جایدهی فراگیران، اعطای گواهینامه و حتی ارزشیابی برنامه‌های آموزشی در کنار سایر ابزار و روشهای مکمل تلقی می‌گردند.

محصول محور یا فرایند محور - بطور کلی نظام ارزیابی سنتی و آزمونهای متداول چندگزینه‌ای یا کوتاه‌پاسخ، محتوامحور، کتابمحور، آزمون محور و محصول محور است و سنجش آموخته‌ها مطابق با ملاکها و پاسخهای از پیش تعیین شده و مشخص و ناچار چوب معین انجام می‌شود. این روشها و آزمونها اساساً با سنجش و پرورش تفکر، خلاقیت و نوآوری همخوانی و سنحیت چندانی ندارد. برای اندازه‌گیری



شدن ضروری است؛ لیکن محت زمن صرف شده برای عیب یابی و شیوه پخش عیب، منطقی و اصولی و منظم بودن مراحل عیب یابی به اتفاقی و تصادفی بودن آن، و استفاده درست از وسایل و ابزار تعمیر و قرار دادن آنها پس از تعمیر در جای صحیح خود، از لحاظ اصول آموزش فنی حرفه ای (تکنیکی) اهمیت فراوانی دارد. آزمونهای کتبی مداد-کاغذی رایج لاقبل بر اساس آنچه که تاکنون از خود نشان داده‌اند، قلمراً از سنجش چنین جنبه‌ها و اهداف آموزشی ناتوان هستند. خلاصه‌ی مراحل طراحی و اجرای آزمونهای سنجش عملکرد شامل ۴ گام زیر است:

الف) تعیین اهداف سنجش عملکردی
ب) تهیه یا انتخاب تکالیف عملکردی
ج) ساخت یا تدوین دستورالعمل نمره‌گذاری عملکرد
د) اجرای سنجش عملکرد [۲۰]

۷- نتیجه‌گیری

با عنایت به همبستگی بنیادی نظامهای آموزش و سنجش به یکدیگر و انتظاری که جامعه از نظام آموزش و پرورش و آموزش عالی برای حل مشکلات واقعی زندگی دارد [۲۰]، این نظامها را ملزم می‌کند تا با تجهیز شدن به رویکردهای جدید و علمی، آمادگی خود را برای مواجهه با مسائل قرن بیست و یکم ارتقا و بهبود بخشند. به منظور بررسی همسویی بخش مهندسی آموزش عالی با نیازهای صنایع و بازار کار، رشته مهندسی برق قدرت به عنوان یک رشته نمونه‌ی دانشگاهی انتخاب گردید و تلاش شد دستاوردهای آن شناسایی و در فاز دوم پژوهش مورد سنجش قرار بگیرد. نتیجه‌ی مرحله کیفی تحقیق تعدادی شاخصهای عملکردی و رفتاری دانش‌آموختگان مهندسی برق-قدرت را آشکار ساخت که انتظار می‌رود یک فرد دانش‌آموخته رشته مذکور این دانش و توانایی‌ها را در حد رضایت‌بخشی دارا باشد تا انتظارات و خواسته‌های کارفرما را برآورده سازد. خلاصه‌ی این انتظارات و دستاوردها که در واقع بخشی از دستاوردهای یادگیری است، در جدول زیر در سه بخش دانشی، مهارتی و توانمندی به عنوان نتیجه‌گیری فاز کیفی مطالعه حاضر ملاحظه می‌گردد.

جدول (۱): دانش مورد انتظار از مهندس برق قدرت

ردیف	دانش سخت‌کن کارشناس برق - قدرت
۱	آشنایی با این نگارش
۲	آشنایی با ابزار دقیق
۳	آشنایی با ابزار تجهیزات تستهای الکتریکی
۴	آشنایی با پروژه‌ها و پروژه آزمایشگاهی
۵	آشنایی با استاندارد ملی بین‌المللی و داخلی تجهیزات تست
۶	آشنایی با استانداردهای شبکه توزیع
۷	آشنایی با اصول ایمنی در برق و بهداشت محیط کار
۸	آشنایی با اصول تحلیل سیستم‌های قدرت
۹	آشنایی با اصول حفاظت الکتریکی
۱۰	آشنایی با انواع سیم‌ها

البته موضوع آزمونهای عملکردی و کلاً روشهای نوین سنجش یادگیری که در بحث دستاوردهای یادگیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، در مقاله دیگری در همین همایش به تفصیل بررسی خواهد شد و این مجال کوتاه صرفاً جهت اشاره به موضوع روشهای جدید سنجش استفاده می‌گردد. در تهیه سوالات چندگزینه‌ای نیز نکات می‌شود موضوع سنجش مشخص بوده و پاسخگو دچار سردرگمی نشود. تعداد این سوالات بیش از آزمون تشریحی بوده و زمان پاسخگویی کمتر است و فرصت سنجش موضوعات بیشتری را فراهم می‌آورد. بهیناً این سوالات نیز پس از تهیه به سایر متخصصان موضوعی عرضه می‌شود تا ارزیابی شده و از حیث هماهنگی ظاهری، روانی، محتوایی، فقدان تناقض و توزیع متناسب در موضوع سنجش نقد گردد. بین ۲۰ تا ۴۰ سؤال می‌تواند نرخ سنجش چندگزینه‌ای برای سنجش یک حیطه‌ی موضوعی بکار رود [۱۳].

برای بررسی اعتبار ابزار ساخته شده برای سنجش دستاوردها، علاوه بر محاسبه ضریب آلفای کراتیخ برای پرسشنامه‌ی نظرسنجی و فرمول کوکر-ریچارلسون برای سنجش همگونی درونی آزمون کتبی، از روش بازآزمایی بر روی یک نمونه از پاسخگویان مهندسی برق بهره برده می‌شود. استفاده از ضریب همبستگی میان نظرات دانش‌آموختگان و سرپرستان آنها برای تعیین میزان هماهنگی و اعتبار پاسخها به اجرا گذاشته می‌شود. به منظور بررسی روانی محتوایی ابزار علاوه بر بررسی آزمون و پرسشنامه‌ی ساخته شده توسط تعدادی از صاحب‌مختصان موضوعی و اساتید دانشگاهی، از یک نمونه کوچک از پاسخگویان برای پاسخگویی با آزمون و پرسشنامه استفاده می‌شود تا اشکالات و انحرافات احتمالی شناسایی و برطرف گردد. از روش تحلیل عاملی برای بررسی روانی سازه ابزار ساخته شده استفاده خواهد شد.

در مجموع ابزار ساخته و آماده شده شامل آزمون چندگزینه‌ای و تشریحی یا عملکردی سنجش دستاوردها و پرسشنامه یا سیمانه

سومین کنفرانس آموزش مهندسی (آموزش مهندسی بر پایه توسعه پایدار)
تهران، دانشگاه صنعتی شریف، ۸ و ۹ آبان ماه ۱۳۹۲



<p>در مد نظر گیری روش های خاص و ساخت فضاها و سخت افزارهای خاص و جدیت جهت تعمیر و تجهیز</p> <p>رله طرح ها و پیشنهادات اصلاحی در مورد توسعه شبکه تولید و انتقال</p> <p>احداث و بسته سازی عملکرد خطوط تحت پوشش به لحاظ فنی و مالی</p> <p>حل مشکلات فنی مستمر های حفاظتی شبکه</p> <p>تهیه طرح های اصلاحی خطوط و پست ها و تجهیز و جدجایی بر و حذف خاموشی ها و تعیین مسیر بهینه اجرای خطوط</p> <p>ساده سازی نقشه های تک خطی (تعمیرات اطلاعات مورد نیاز) به منظور قبول فهد بودن برای بر تور مربوطه</p>	۴	برخوردهای از توانایی استفاده استقرایی و استنتاجی	۱۱	آشنایی با انواع عایق های الکتریکی، فازات و فاصلات
		ناتر گیری سوابق فنی تجهیزات و اطلاعات مکتوب و گزارشات مربوط به کارهای تعمیراتی در مورد حل مسائل و عیوب الکتریکی بوجود آمده، شناسایی علل عیوب فنی شبکه از طریق بررسی علل موجود و کنترل علل قاضی	۱۲	آشنایی با انواع کلیدهای فشار قوی و فصل طریقی و تست، تعمیر و بهره برداری از آنها
		نمونه برنامه زمان بندی تعمیر و نگهداری تجهیزات پست	۱۳	آشنایی با تجهیزات پست و خطوط فشار قوی
		انتخاب تجهیزات جدید طبق استانداردها و دستورالعمل های موجود و تنظیم مفاد قرارداد پروژه های مختلف در چارچوب مقررات ذات موجود	۱۴	آشنایی با تجهیزات نیروگاه
		تولایی یکل گیری اولون مهمی در ارائه راه جالبه منطقه و ترکیب اطلاعات برای نتیجه گیری و وضع قوانین جدید	۱۵	آشنایی با ترانسفورماتورهای قدرت
		تعریف پروژه های مورد نیاز در چارچوب آیین نامه های موجود و بررسی مدارک فنی، نقشه ها و طرحهای موجود	۱۶	آشنایی با حفاظت ماشین های الکتریکی
		نتیجه گیری پرامون شرایط بهینه طراحی و ساخت پست	۱۷	آشنایی با دستگاههای تست و اندازه گیری الکتریکی
		بررسی مشخصات فنی طرح و محدودیت های اقتصادی و قانونی	۱۸	آشنایی با دیسپاچینگ و بهره برداری سیستم های قدرت
		نتیجه گیری در مورد مسیر بهینه احداث خطوط	۱۹	آشنایی با رله های حفاظتی و تجهیزات کنترلی
		بررسی نظرات شرکت های توزیع، صنایع سنگین، بهره برداری و دیسپاچینگ و نتیجه گیری در مورد پیشنهادات اصلاحی لازم و برآورد بار مناسب	۲۰	آشنایی با روشهای تعمیرات تجهیزات الکتریکی نیروگاه
		برخوردهای از توانایی استدلال ریاضی:	۲۱	آشنایی با زبان تکلیبی تخصصی برق
		توانایی انتخاب درست یک روش یا فرمول مهندسی برای حل مسأله	۲۲	آشنایی با شبکه انتقال و فوق توزیع
		انتخاب روش آمیزی و تحلیل مناسب در برآورد بار با توجه به گستردگی شبکه تحت پوشش و میزان بار موجود	۲۳	آشنایی با طراحی پست های فشار قوی
		انتخاب فرمول مناسب در محاسبات اتصال کوتاه و تنظیمات رله ها	۲۴	آشنایی با مبانی برق
		نتیجه گیری مناسب از گزارشات نرم افزار بخش بار و شبیه سازی در مورد پیاده سازی طرح های پیشنهادی	۲۵	آشنایی با مبانی تحلیل سیستم های قدرت
		برخوردهای از توانایی انتقال مطالب شفاهی و کتبی یا نوشتاری	۲۶	آشنایی با مبانی طراحی خطوط انتقال
		تهیه گزارشات و مستندات فنی و معامه نقشه و مدارک فنی پروژه ها	۲۷	آشنایی با مبانی طراحی شبکه های برق
		تبیین و توضیح معایب و اشکالات فنی در طراحی پست ها برای همکاران و در جلسات تحول و تحول، حواشه، تعریف پروژه هلد، نمونه برنامه زمان بندی و تشخیصی سخنرین	۲۸	آشنایی با نرم افزارهای تخصصی مانند لوکد و GIS و Arc view
		استفاده از نقشه ها و دستورالعمل های شرکت سازنده و صورت وضعیت	۲۹	آشنایی با نقشه خوانی الکتریکی
		بررسی نتایج تست شیت ها و نسبت لوازم بدلی، استفاده ردها و اطلاعات دریافتی از واحدهای مختلف، ترمز و برون سازمانی در مورد میزان مصرف		
برخوردهای از توانایی تشخیص و حل مسأله	۷	تولایی تشخیص مشکلات شبکه جهت تعریف پروژه های بهینه سازی		

جدول (۲): مهارت مورد انتظار از مهندس برق-قدرت

ردیف	مهارت در انجام وظایف مشخص کارشناس برق - قدرت
۱	مهارت در استفاده از ابزارآلات ایمنی
۲	مهارت در استفاده از نرم افزارهای کاربردی و تخصصی
۳	مهارت در انتخاب تجهیزات خطوط و تجهیزات الکتریکی
۴	مهارت در انجام تست های الکتریکی تجهیزات
۵	مهارت در برنامه ریزی و کنترل پروژه
۶	مهارت در به کارگیری نکات ایمنی و استفاده از کمک های اولیه
۷	مهارت در تجربه و تحلیل و تفسیر نتایج تستهای شیمیایی و فیزیکی، تست تجهیزات، دی الکتریک روغن
۸	مهارت در تشخیص عیوب و تعمیرات الکتریک کنترل حفاظت و تحریک ولتاژ پیشین
۹	مهارت در شناخت شبکه تحت پوشش
۱۰	مهارت در طراحی خطوط انتقال
۱۱	مهارت در کار با دستگاههای تست لوازم اندازه گیری
۱۲	مهارت در کار با تجهیزات ابزار دقیق
۱۳	مهارت در گزارش نویسی فنی و کاربردی
۱۴	مهارت در نصب و راه اندازی و تعمیر تجهیزات شبکه
۱۵	مهارت در نقشه خوانی الکتریکی

جدول (۳): توانمندی مورد انتظار از مهندس برق-قدرت

ردیف	توانمندی لازم مشخص کارشناس برق - قدرت
۱	برخوردهای از سلامت جسمی و روانی مناسب، به منظور مزید و مشاهده عملیات اجرایی و پروژه های در دست اقدام در مناطق صعب العبور و در شرایط جوی ناسازگار
۲	برخوردهای از قدرت تصمیم گیری صحیح
۳	برخوردهای از قدرت ابتکار، خلاقیت و نوآوری



می‌پردازد. اما در جدول شماره ۴ ویژگی‌هایی ذکر شده که بیش از دانش و مهارت، شامل خصوصیات و توانمندی‌هایی است که ممکن است در ایجاد و پرورش آنها را نتوان در دروس و دوره‌های دانشگاهی جستجو نمود و در طول زمان جزئی از شخصیت فرد محسوب می‌گردد. توانایی تمرکز، دقت و جزئی‌نگری در کار، قدرت خلاقیت و نوآوری، سلامت جسمی و روانی مناسب و ... از مواردی است که در موفقیت شغلی نقش مهمی دارد هرچند از دستاوردهای یادگیری غیرمستقیم مهندسی برق محسوب می‌شود.

انتظار می‌رود در مرحله بعدی با طراحی ابزار و آزمونهای مناسب سنجش، به اندازه‌گیری این دستاوردها در دانشجویان سال آخر و نیز دانش‌آموختگان مشاغل مهندسی برق گرایش قدرت پرداخت و میزان تحقق این دستاوردها را در آنها ارزیابی نمود که خود نشانی از موفقیت دانشگاه در تربیت نیروی انسانی مورد نیاز صنعت و جامعه خواهد بود.

<p>عوب پست‌های جدیدالاحداث پیش از راه اندازی آنها تشخیص قیمت اقتصادی مسؤل فنی بوجود آمده بررسی طرح ها و نقشه های دریافتی از مشاورین عوب مکانیکی و الکتریکی مربوط به طراحی پروژه ها و مصالح اطلاق انرژی</p>	
<p>برخوردار از توانایی انجام کار فکری و تمرکز بر انجام کار (جوشی شگری) رعایت اصول و مقررات ایمنی به هنگام تجربه و تحلیل عیوب و تعمیر تجهیزات دقت در زمن تنظیم گزارش و در حین ربط اطلاعات مربوط به قطعات یا استندردها داشتن دقت و توجه هنگام تشخیص عیب و رفع آنها دقت در هنگام اجرای طرحهای بهبود توجه و تمرکز بر منظور رفع خلوصی های انظروری در کمترین زمان</p>	<p>۸</p>

همانطور که ملاحظه می‌شود در جدول مذکور اهم دانش، مهارت و توانمندی‌های مورد نیاز برای انجام درست وظایف یک مهندس برق گرایش قدرت در شغل مربوط شناسایی و معرفی شده است. البته مسلماً فهرست دانش و مهارت مورد انتظار بیشتر از این موارد است اما تلفیق و ترکیب آنها و خلاصه‌سازی اقلام مورد نظر تحت عنوان دستاوردهای یادگیری مهندس برق قدرت می‌تواند فهرست مذکور را بدست دهد. برای این منظور و رسیدن به فهرست اهم وظایف، ضمن شناسایی مشاغل مهندس برق در صنعت برق که بالغ بر ۱۷۰ شغل بود، تعداد ۴۰ شغل مرتبط با مهندس برق گرایش قدرت در این صنعت مشخص گردید. سپس شرح وظایف و تعریف مشاغل مذکور بررسی شد و مصاحبه با تعدادی از صاحب‌نظران، متخصصان و مهندسان با تجربه صورت گرفت تا دانش نظری، مهارت عملی و ویژگی‌های شخصیتی و رفتاری (توانمندی) مورد نیاز انجام وظایف شغلی شناسایی شده، مشخص گردد. دستبندی و تلفیق این اقلام منجر به فهرست مندرج در جدول سه‌گانه فوق‌الذکر گردید. در فرایند شناسایی مشاغل صنعت برق که با مهندسی برق قدرت در ارتباط است و همچنین در طبقه‌بندی دانش و مهارت مورد انتظار از مهندس برق، از یک فرایند رفت و برگشت به دوری استفاده شد به این ترتیب که طی چند مرحله و با بازنگری تکراری، مشاغل یا دانش و مهارت‌های قابل تلخیص و ترکیب معین گردید و تلفیق شد. با این ترتیب فهرست نهایی مشاغل مرتبط و دانش و مهارت مورد نظر دست آمد.

بررسی جدول شماره ۱ اقلام دانش و آگاهی مورد نظر را نشان می‌دهد. موضوعات پایه و مسابلی که دانستن آنها برای یک مهندس برق قدرت ضروری است که در ارائه مهارت‌های شغلی مؤثر است، در این جدول درج شده است. در جدول شماره ۲ که به مهارت‌های عملی مورد انتظار مربوط می‌شود، اقلام مطرح شده حیطه‌های عملیاتی و اجرایی مانند طراحی، تعمیر، تست، شناخت و نصب همگی در زمره‌ی اقلام مهارتی و کاربردی است که مهندس برق قدرت در عمل به آنها

مراجع

- [۱] تافار، الوین، ۱۳۷۷. "موختن برای فرد"، (ترجمه بابک باقراد و رضا خیام)، تهران: انتشارات بهنامی.
- [۲] بزرگان، عباس، ۱۳۸۷. "مقدمه‌ای بر روش‌های تحقیق کیفی و آمیخته، رویکردهای متداول در علوم رفتاری"، تهران: نشر دیپار.
- [۳] گریسون، جان؛ و کلازک، ویکی، ۱۳۹۰. "روش‌های پژوهش ترکیبی" (ترجمه کیانوش و سربای)، تهران: نشر ایچ.
- [۴] بزرگان، عباس، ۱۳۸۰. "ارزشیابی آموزشی"، تهران: انتشارات سمت.
- [۵] گال، فردیتا؛ بورگ، والتر؛ و گال، جوس، ۱۳۸۷. "روشهای تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روانشناسی" (ترجمه نصر و همکاران)، ۲ جلدی، تهران: دانشگاه شهید بهشتی و سمت.
- [۶] سرمد، زهرا؛ بلزگان، عباس؛ و حجازی، انوش، ۱۳۸۴. "روش‌های تحقیق در علوم رفتاری"، تهران: نشر آگه.
- [۷] فراهانی، مهدی، ۱۳۸۳. "مقدمه‌ای بر ارزشیابی کیفی آمیخته‌های فراگیران با تأکید بر سنجش عملکرد و ارزشیابی پرونده‌ای"، وزارت آموزش و پرورش، معاونت آموزش عمومی، انتشارات منادی تربیت.
- [۸] سیف‌علی‌اکبر، ۱۳۸۴. "سنجش فرایند و فراورده یادگیری، روشهای قدیم و جدید"، تهران: نشر دوران.
- [۹] گلاور، جنی، آی، و پروینک، راجر، اچ، ۱۳۸۱. "روانشناسی تربیتی"، ترجمه علینقی خزایی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی (انتشار بزبان اصلی ۱۹۹۰).
- [۱۰] معمارعلی، حسین، ۱۳۹۱. "نوآوری در آموزش مهندسی"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۱۱] حسینی، مهدیروان، ۱۳۹۰. "طراحی الگوی سنجش قابلیت‌های کارآفرینی دانشگاهی: مورد دانشگاه تهران"، رساله دکتری، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران.
- [۱۲] معمارعلی، حسین، ب، ۱۳۹۰. "فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵، تابستان ۱۳۹۰، صص: ۳۳-۶۱.



- Development Report." Available in: <http://www.oecd.org/edu/ahelo> (OECD's webpage).
- [26] Myers, K.K., & Oetzel, J.G. 2003. "Exploring the dimensions of organizational assimilation: Creating and validating a measure." *Communication Quarterly*, 51(4), 438-457.
- [27] Tashiro, j. 2002. "Exploring health promoting lifestyle behaviors of Japanese college women: Perceptions, practices, and issues." *Health Care for Women International*, 23, 59-70.
- [28] 21. Kearney MI, 2007. "Going deeper versus wider in qualitative sampling." *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*; 36 (4): 299.
- [۱۳] معماریان، حسین، الف، ۱۳۹۰. "مدارک جنفها و دستاوردهای آموزش مهندسی." فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۴۹، بهار ۱۳۹۰، صص: ۴۳-۶۹.
- [۱۴] شارع‌پور، محمود؛ فاضلی، محمد؛ و صالحی، صادق، الف، ۱۳۸۰. "بررسی شاخص‌های کیفیت در آموزش عالی بر مبنای تحلیل شایستگی‌های کانونی." بانک مقالات علمی SID.
- [۱۵] مطهری‌نژاد، حسین؛ یعقوبی، محمود، و دوامی، پرویز، ۱۳۹۰. "اثرات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران." فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۲، زمستان ۱۳۹۰، صص: ۶۳-۳۹.
- [۱۶] ۸. معماریان، حسین، ه، ۱۳۹۰. "بازنگری آموزش مهندسی برای قرن ۲۱." فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۲، زمستان ۱۳۹۰، صص: ۶۵-۴۱.
- [۱۷] شریف‌زاده، ابوالقاسم و محبوبی، محمدرضا، ۱۳۹۰. "تحلیل دستاوردهای مورد انتظار از دوره کلرآموزی در آموزش کشاورزی، مورد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان." *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، دوره ۴۲-۲، شماره ۴.
- [۱۸] فیضی، مهدی، و بهادری‌نژاد، مهدی، ۱۳۸۹. "الگوی شایستگی حرفه‌ای دانش‌آموختگان دانشکده‌های مهندسی نظام آموزش عالی ایران (مورد پژوهی دانش‌آموختگان دانشگاه صنعتی شریف)." فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال دوازدهم، شماره ۴۶، تابستان ۱۳۸۹، صص: ۶۸-۶۸.
- [۱۹] مطهری‌نژاد، حسین؛ یعقوبی، محمود، و دوامی، پرویز، ۱۳۹۱. "ضرورت‌های اصلی در تدوین راهبرد آموزش مهندسی ایران بخش دوم: مقایسه دیدگاه مدیران بخش صنعت و اعضای هیأت علمی." فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال چهاردهم، شماره ۵۵، پاییز ۱۳۹۱، صص: ۱۹-۹.
- [۲۰] فراهانی، مهدی، ۱۳۸۶. "جستاری در روشهای نمره‌گذاری و درجه‌بندی تکالیف عملکردی." دومین همایش کشوری ارزشیابی تحصیلی، وزارت آموزش و پرورش.
- [۲۱] شارع‌پور، محمود؛ صالحی، صادق ؛ و فاضلی، محمد ج، ۱۳۸۰. "بررسی میزان شایستگی‌های کانونی در میان دانشجویان (مطالعه‌ی موردی: دانشگاه‌های صنعتی شریف تهران و مازندران)." *نامه‌ی علوم اجتماعی*، پاییز و زمستان ۱۳۸۰، شماره ۱۸، صص: ۶۳-۸۸.
- [22] ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, Criteria for Accrediting Engineering Programs, www.abet.org, 2010.
- [23] Crowley, B. F., The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education, MIT CDIO Report #1, 2001, Available at: <http://www.cdio.org>.
- [24] 2. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2009. "A TUNING-AHLELO CONCEPTUAL FRAMEWORK OF EXPECTED/DESIRED LEARNING OUTCOMES IN ENGINEERING." Available in: <http://www.oecd.org/edu/ahelo> (OECD's webpage).
- [25] 5. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2012. "Engineering Assessment

زیرنویس‌ها

- ¹ National Academy of Engineering
- ² IABEE
- ³ OECD
- ⁴ AHLELO
- ⁵ Conceiving, Designing, Implementing, Operating
- ⁶ Explanatory
- ⁷ Exploratory
- ⁸ Triangulation
- ⁹ Learning Outcomes
- ¹⁰ Focus Group
- ¹¹ Kearney
- ¹² Performance Assessment
- ¹³ Authentic Assessment
- ¹⁴ Metacognition
- ¹⁵ Dynamic Assessment & Instruction
- ¹⁶ Performance Assessment
- ¹⁷ Authentic Assessment
- ¹⁸ Curriculum-Based Assessment
- ¹⁹ Portfolio Assessment
- ²⁰ Reliability
- ²¹ Pilot Study