به مناسبت دهمین سال تأسیس انجمن

و گرامی داشت ده سال تلاش در راه بالندگی

نظام آموزش مهندسی ایران

نگاهی به

ده نوآوری در آموزش مهندسی

عباس بازرگان

شهریور ۱۳۹۸

۱. مقدمه

به طورکلی، نوآوری با این امر سروکار دارد که چگونه امور یا فعالیت هایی را به گونه ای دیگر چنان انجام دهیم که برای یک "موفقیت مسئله" **راه حلی نوین** فراهم آورد. بنابراین مفهوم نوآوری با اندیشه های نوین و روش های نو سروکار دارد که شیوه یا روشی تازه به منظور تولید کالا و یا خدمات جهت برآوردن نیازها عرضه می کند.

با توجه به مراتب یاد شده، نوآوری در آموزش مهندسی باعث می شود که نظام آموزش مهندسی با اطمینان، نسبت به فراهم آوردن دروندادها و فرایندهای مرتبط برای تربیت مهندسان توانمند و نیز پژوهشگران مهندسی، باتوجه به نیازهای ملی و استانداردهای ی بین المللی، اقدام نماید. بدین سان، نظام آموزش مهندسی می تواند دانشجویان رشته های مهندسی را برای روبرو شدن با پیچیدگی های دنیای در حال تحول آماده سازد.

از جمله فعالیت هایی که انجمن آموزش مهندسی ایران به مناسبت **دهمین سالگرد تأسیس** خود، مورد نظر قرار داده است، نگاهی اجمالی به **ده نوآوری در آموزش مهندسی** است.

در این مجموعه با استفاده از منابع پژوهشی، به اختصار ده نوآوری که در سطح بین المللی در آموزش مهندسی و نیز در عمل در برخی کشورها، مورد توجه قرار گرفته است، اشاره می شود. البته، انتظار آن است که علاقه مندان به **پیشرفت نظام آموزش مهندسی ایران (بخش دولتی و غیر دولتی)** نسبت به شناسایی بیشتر این نوآوری ها بکوشند و در عمل آنها را برای بهبود کیفیت نظام یاد شده به کاربرند. در اینجا، فهرست وار به این نوآوری ها می پردازیم.

نوآوری های مورد نظرمطالعه در این مجموعه:

۱- برنامه درسی میان رشته ای در آموزش مهندسی؛

۲- تأکید بر مهندسِ دانشجو به عوض دانشجوی مهندسی؛

۳- گنجاندن مهارتهای رهبری، خلاقیت، کارآفرینی و ایجاد کسب وکار به عنوان کهاد برنامه درسی؛

٤- به کارگرفتن فضای دیجیتالی در فرایند تدریس – یادگیری در آموزش مهندسی ؛

٥- هم راستایی با "توافق های منطقه ای و جهانی" نسبت به ارزیابی کیفیت و اعتبار سنجی در آموزش مهندسی؛

٦- برقراری ارتباط بیشتر میان صنعت و آموزش مهندسی از طریق "یادگیری بهم تنیده با کار"؛

۷- بیان پیامدهای یادگیری در آموزش مهندسی و تدوین برنامه درسی براساس آن ها؛

۸- حساسیت نسبت به مسایل اجتماعی و استفاده از مهارت های مهندسی در رفع آن ها؛

۹- توجه به "مفاهیم آستانه ای" در آموزش مهندسی؛

۱۰-توسعه حرفه ای مدرسان در راستای "دانشوری تدریس- یادگیری" و طراحی تجربه های یادگیری در آموزش مهندسی.

در اینجا به شرح هر یک از نو آوری های یادشده می پردازیم.

۱.برنامه درسی میان رشته ای در آموزش مهندسی

معمولاً برنامه ریزی درسی در رشته‌های مختلف مهندسی به صورت **تک رشته ای** و با تأکید بر ریاضیات و زیربنای نظری رشته ذی ربط انجام می شود. این برنامه ریزی ها برمبنای تجربه های بین المللی دهه های ۱۹۲۰ میلادی به بعد و به ویژه تجربه های جهانی بعد از جنگ دوم جهانی، حاصل شده است(*Lattuca, et al,2011*). اما پژوهش های دو دهه اخیردر آموزش مهندسی نشان داده است که **برنامه های آموزشی میان رشته ای** در دوره های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی به میزان قابل توجهی از برنامه های تک رشته ای در آموزش مهندسی برای توانمند کردن دانش آموختگان جهت پاسخ دادن به نیازهای جامعه کارآمدتر می باشند (*N.A.S, 2004*).

در تدوین برنامه های میان رشته ای، می توان به همکاری میان نهادهای علوم بنیادی، علوم زیستی، علوم تندرستی و پزشکی و حتی هنری با نظام آموزش مهندسی اشاره کرد. این امر نه تنها میان گروه های آموزشی دانشگاهی مورد نظر است، بلکه میان نهادهای مرتبط با صنعت و خدمات از یک طرف و از طرف دیگر با نهاد آموزش مهندسی باید مورد توجه قرار گیرد. در این باره می‌توان به برنامه آکادمی ملی آمریکا درباره تربیت مهندس سال ۲۰۲۰ میلادی اشاره کرد (Lattuca, et al,2011). در این برنامه به طور قابل توجهی نسبت به برنامه ریزی **میان رشته ای آموزش مهندسی** تأکید شده است .

لازم به ذکر است که در رویکرد میان رشته ای نه تنها در مرحله برنامه‌ریزی درسی به مفهوم میان رشته ای توجه می شود، بلکه در ارزیابی کیفیت برنامه‌ها نیز ویژگی میان رشته ای مورد قضاوت قرار می گیرد. از این جمله می‌توان به توصیه های، موسسه های ارزشیابی کیفیت آموزش مهندسی (ABET)[1]در سطح بین المللی در ارزیابی کیفیت در راستای اجرای برنامه های درسی میان رشته ای اشاره کرد. برای مثال، یکی از الزامات پیشنهادی سازمان *ABET* در ارزیابی کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی، برنامه‌های میان رشته ای است (*ABET,2011*).

[1] . American Board of Engineering and Technology

۲. تأکید بر مهندسِ دانشجو و دانشجو-محوری به عوض دانشجوی مهندسی

برخی از گزارش های بین المللی درباره نوآوری های آموزش مهندسی (*Finkel,2013*) به این نکته اشاره کرده اند که به منظور ارتقاء کیفیت آموزش مهندسی باید خود- پنداره و نگرش دانشجویان را به سوی مهندس- دانشجو (*student-engineer*)، به جای دانشجوی مهندسی (*engineering student*)، پرورش داد. یکی از راه های این امر آن است که دانشجویان را، در آغاز تحصیل در دوره کارشناسی، به درک چرخه کامل فرایند یک صنعت آشنا نمود. برای این منظور می توان: آنان را با زمینه ها و فرایند های مختلف یک صنعت در نشست های مختلف کلاس -درس، از طریق حضوری در محل کار و یا از طریق محیط های دیجیتالی و استفاده از نرم افزارهای ذی ربط آشنا نمود. سپس با بازدید علمی از مراکز مربوط، پرورش رفتار مورد نظر را در دانشجو تقویت نمود(*Lindsay, et al; 2008*). شکی نیست که دانشجو-محوری دراین نوع برنامه درسی نقش اصلی را ایفا می کند.

البته پرورش پندارهِ مهندسِ - دانشجو در برنامه هایی از قبیل *Co-op* (برنامه همکارانه صنعت و دانشگاه) نیز تقویت می شود (*Liu,et al.;2018*). در این نوع برنامه ها سه کنشگر دست اندر کارند: ۱- صنعت و محل کار، ۲- نهاد آموزش مهندسی و ۳- دانشجویان. براین اساس، کیفیت پیامدهای یادگیری دانشجویان منوط به تعامل سازنده میان این سه کنشگر می باشد. همچنین، به میزان قابل توجهی مواجهه دانشجویان با محیط کار، جو کاری و نیز رفتار آانان در این محیط، برکیفیت یادگیری آنان اثرمی گذارد.

یکی از طرح های پژوهشی انجام شده در کانادا (همان منبع، صفحه ۶)، به بررسی نقش کنشگران سه گانه - به ویژه نقش رفتار دانشجویان در محیط کار- پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که در راستای پرورش نگرش مهندس-دانشجو (از طریق برنامه همکارانه صنعت و دانشگاه) عوامل زیر تأثیر دار ند.
(Billet,2001;Billet,2002;Liu,et al;2018)

۱- ایجاد روابط حرفه ای دانشجو با کارکنان در محیط کار؛

۲- برقراری ارتباط موثر با محیط کار؛

۳- جست و جوی هنجارهای سازمانی و رعایت آن؛

٤- دریافت بازخورد از محیط کار و روابط کارکنان آن.

نوع دیگری از نوآوری در آموزش مهندسی که در آن دانشجو- محوری برجسته شده است را می توان در برنامه های درسی دانشگاه فناوری و طراحی (UTD)[۲] سنگاپور و نیز دانشگاه UCL انگلستان ملاحظه کرد (*Graham,2018*).

[2] . University of Technology and Design

۳- گنجاندن مهارت های رهبری، خلاقیت، کارآفرینی و ایجاد کسب وکار به عنوان کهاد برنامه درسی

پرورش مهارت های مرتبط با خلاقیت و رهبری را نیز می‌توان به عنوان یکی از نو آوری های آموزش مهندسی قلمداد کرد. برای توسعه راه حل های نوین و موثر در فعالیت های مهندسی، لازم است مهارت های مرتبط با خلاقیت و رهبری پرورش یابد(*Cropley,2015*). در برنامه های درسی مرسوم رشته های مهندسی معمولاً به علت تأکید بیش از اندازه بر موضوع های زیربنایی نظری، به ارتباط مهندسی با خلاقیت و نوآوری کمتر پرداخته می شود. درحالی که خلاقیت، نقش تعیین کننده ای در حل مسایل حوزه مهندسی دارد. عرضه راه حل های تازه برای مسایل موجود در سطح ملی، منطقه ای و بین المللی است.

پرورش مهارت رهبری در دانشجویان مهندسی نیز از جمله پیامد های یادگیری قلمداد شده است. تأثیر این مهارت در فعالیت های شغلی دانش آموختگان مهندسی قابل توجه می‌باشد (*Reeve, et al., 2010*). به منظور پرورش این مهارت، صرفاً کلاس درس کفایت نمی کند، بلکه مستلزم فرصت های گوناگونی است، که شامل کارگاه های آموزشی تجربی، آزمایشگاه های طراحی، پروژه های گروهی و امثال آن می باشد. از جمله مهارت هایی که با عنوان کهاد (*minor*) در برنامه درسی دوره کارشناسی رشته های مهندسی منظور می شود، پرورش توانایی های مربوط به ایجاد کسب و کار و به طور کلی ظرفیت سازی برای کارآفرین شدن دانشجویان در رشته های یاد شده است (*DaSilva, et al., 2015*). در این باره می توان به تجربه هایی مانند گنجاندن دروس کارآفرینی در برنامه درسی آموزش مهندسی، از جمله در دانشگاه اتاوا اشاره کرد.

هدف کهاد برنامه درسی کارآفرینی، پرورش مهارت های مربوط به تشخیص فرصت ایجاد کسب و کار، تدوین طرح کسب و کار، جست و جو کردن منابع مالی برای ایجاد کسب و کار و نیز بهره گرفتن از بازخورد برای کارآمدی یک کسب و کار بوده است. پذیرش دروس مربوط به کارآفرینی در برنامه های آموزش مهندسی در ایالت اتاوا درکشور کانادا چنان بوده است که شورای اعتبارسنجی آموزش مهندسی ذی ربط دراین کشور (*Canadian Engineering Accreditation Board*) گنجاندن دروس کارآفرینی در برنامه درسی و اجرای آن هارا بخشی از یک برنامه با کیفیت در آموزش مهندسی قلمداد کرده است (*Jarrar and Anis,2016*).

۴. به کارگرفتن فضای دیجیتالی در فرایند تدریس – یادگیری در آموزش مهندسی

در قرن بیست و یکم که با انقلاب چهارم صنعتی سروکار داریم، فناوری اطلاعات و به ویژه کاربرد هوش مصنوعی باعث شده است که اتصال «انسان- ماشین- شبکه» بیش از پیش جامعه ها را در نوردد. از این نظر، واقعیت حقیقی با واقعیت مجازی نزدیک تر و آمیخته شده و بهم پیوند یافته اند. بدین سان، کاربرد فناوری های دیجیتالی نه تنها در شهر هوشمند، دولت دیجیتال، کسب وکار دیجیتال و... متبلورشده (; Frerich, et al.,2016 ;Abele, et al 2017,*Richert, et al, 2016*.) بلکه به فضاهای آموزش عالی و به ویژه آموزش مهندسی، نیز راه

یافته است (*Richert, et al, 2019;Jaeger, et al.,2019*). این امر، با توجه به تحول دیجیتالی، در آموزش مهندسی موجب طیفی از نوآوری ها ازجمله "Learning factory"[3] شده است. در انتهای این بخش به مفهوم یادشده خواهیم پرداخت.

هر چند که در برخورد اولیه با فضای مجازی در آموزش عالی ممکن است تصور شود که نقش سخت افزار بر سایر جنبه ها فزونی دارد، اما باید توجه داشت که پداگوژی (هنر و علم یاددهی-یادگیری) بخش اعظم فرایندهای یاددهی- یادگیری را در یادگیری در فضای دیجیتالی تشکیل می دهد (*Beetham, et al,2003;Wagner, et al., 2012,2013*). بنابراین برای بهره مند شدن از امکانات بالقوه فضای دیجیتالی برای آموزش مهندسی، ضمن استفاده از آزمایشگاه های دیجیتال، کارگاه های دیجیتال و ...، باید با نقش پداگوژی و استفاده از علم و هنر یاددهی-یادگیری آشنا بود. در این صورت است که می توان استفاده از امکانات " واقعیت آمیخته" (*mixed reality*) را به طور موثر فراهم آورد. به عبارت دیگر، محیط های مجازی یادگیری (Virtual Learning Environment) به عنوان نوآوری در آموزش مهندسی نوید آینده ای قابل ملاحظه را برای تسهیل یادگیری دانشجویان و امکان دستیابی به پیامدهای یادگیری مورد نظر فراهم کرده است (*Schuster, et al, 2014*).

از جمله نوآوری های دیگری که، به ویژه با استفاده از یادگیری الکترونیکی، در آموزش مهندسی مورد توجه قرارگرفته است، می توان از " منابع آموزشی باز[4]" (*O.E.R*)یاد کرد. این منابع به طورقابل ملاحظه ای در برخی کشورها برای تسهیل یادگیری دانشجویان تدوین ودر اختیار قرارگرفته است (*Navarret, et al,2016*).

لازم به یادآوری است که در راستای استفاده از یادگیری الکترونیکی در آموزش مهندسی، به کارگرفتن رویکرد تلفیقی (*Blended*) و نیز کلاس های مجازی به شیوه وارونه (*Flipped*) نیز ارتقاء کیفیت یادگیری را افزایش می دهد. همچنین **درس های آزاد برخط انبوه** (*Massive Open Online Courses=MOOCs*) نیز به عنوان پدیده ای نو در آموزش مهندسی برای برخی نظام های آموزش مهندسی، که در آنها مدرس توانمند و در تراز ملی و جهانی کمتر در سطح کشور پرکنده اند، می تواند کیفیت آموزش مهندسی را ارتقاء دهد. این امر، البته از جمله حیطه هایی است که انجمن آموزش مهندسی ایران می تواند برای ارتقاء کیفیت در بخش غیر دولتی مورد نظر قرار دهد.

ازآنجا که رویکردهای مرسوم در آموزش مهندسی برای پرورش مهارت هائی از قبیل برقراری ارتباط موثر، کارگروهی و امثال آن، چندان موفق نبوده است، رویکرد مبتنی بر تجربه مورد توجه قرار گرفته است. این رویکرد ،همان طور که در بالا به آن اشاره شد "Learning factory" نامیده می شود؛ ودراجرای آن، دانشجویان برای پرورش دانش نظری و عملی از طریق حضور یافتن در محیط های تولیدی و خدماتی به تعامل و یادگیری می پردازند وبه مهارت های مورد نظر دست می یابند (Baena, et al.. 2017). به عبارت دیگر، این نوآوری شامل یک محیط یادگیری

---

[3] . Learning Factoryبرای عبارت
لازم است معادلی مناسب در زبان فارسی به دست داده شود

[4] *Open Educational Resources*

است که در آن فرایند ها و فناوری ها بر واقعیت های صنعتی استوار بوده و به طور مستقیم به فرایند تولید می انجامد. این نو آوری متأثر از علم و هنر یاددهی-یادگیری (پداگوژی) است و بر یادگیری به روش آزمایشی و حل مسئله تاکید دارد؛ علاوه برآن، شعار اصلی آن بهبود مستمر فرایند یاددهی-یادگیری از طریق کوشش خود دانشجویان و نیز تلاش تعاملی سایر کنشگران است(I.A.L.F., 2019).

در خاتمه این بخش باید اشاره نمود که پژوهش های مربوط به استفاده از فناوری های نوین در فرایند تدریس-یادگیری طیف گسترده ای را می پوشاند؛ به طوری که درآن انواع نوآوری ها را می توان قرار داد. از این جمله، محیط های آزاد یادگیری[5] ، محیط های یادگیری همیارانه[6](Samarakou, et al., 2014) و به ویژه به کاربردن واقعیت مجازی و آمیخته. این نوآوری ها ارتقاء کیفیت عملکرد یادگیری را نوید می دهند (De Vries, et al., 2017). اما سوال این است که" تا چه اندازه هیأت علمی گروه های آموزش مهندسی نسبت به **کاربرد فناوری های یادشده در فرایند یاددهی-یادگیری(پداگوژی+ تکنولوژی)** آشنائی دارند؟" البته، در صورتی پاسخ به این سوال مثبت خواهد یود که نهاد های ذی ربط در آموزش مهندسی نسبت به این امربه طور فراکنشی عمل کنند(همان منبع).

۵- هم راستایی با "توافق های منطقه ای و جهانی" نسبت به ارزیابی کیفیت و اعتبار سنجی در آموزش مهندسی

به منظور اطمینان از کیفیت دانش آموختگان در نظام های آموزش مهندسی، از سال ۱۹۸۹ میلادی کوشش هایی در راستای ایجاد سیستمی برای برقراری استانداردهای ضروری مربوط به قابلیت های مهندسی انجام شده است. این کوشش ها تحت عنوان اتحادیه بین المللی مهندسی(*IEA*)[7] نامیده می شود. اولین کوشش تحت عنوان توافقنامه واشنگتن به عمل آمد. در دهه ۱۹۹۰ میلادی ضرورت توجه به مجموعه‌ای از صلاحیت های مورد پرورش در آموزش مهندسی مورد توجه قرار گرفت و برخی کشورها به توافقنامه واشنگتن[8] پیوستند. ضرورت پیوستن به توافقنامه یادشده به واسطه تحولات جهانی نسبت به آموزش مهندسی و صلاحیت دانش آموختگان بوده است(*I.E.A,2019*). کشورهائی که در ابتدای امر به توافقنامه یادشده پیوستند شامل: استرالیا؛ کانادا؛ ایرلند؛ نیوزیلند؛ بریتانیا و آمریکا بوده است. با پیوستن به این توافقنامه، کشورها رعایت استانداردهای مربوط به صلاحیت های دانش آموختگان مهندسی را پذیرفتند. به تدریج ضرورت هم راستایی با توافقنامه یاد شده در کشورهای دیگر مطرح شد و به دنبال آن توافقنامه های سیدنی و دبلین برای صلاحیت های مربوط به تکنولوژیست ها و تکنسین های مهندسی نیز در سال های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ میلادی تدوین و پذیرفته شد. سپس در سال ۲۰۰۷ میلادی نهاد " اتحادیه بین المللی مهندسی" به منظور هماهنگی بیشتر در سطح جهانی نسبت به

[5] Open Leaning Environments
[6] Collaborative Work Environments
[7] *International Engineering Alliance*
[8] *Washington Accord*

تدوین استانداردهای آموزش مهندسی ایجاد شد. بر این اساس" قواعد و روال فراملی"[9] برای اعتبار سنجی و شناسایی مدارک و دانشنامه های مهندسی در سطح جهانی تدوین شد (همان منبع، ص ۱۰-۱۲).

در حال حاضر، ۱۵ کشور به شرح زیر به توافقنامه یادشده پیوسته اند: استرالیا، کانادا، ایرلند، نیوزیلند، بریتانیا، آمریکا، هنگ کنگ (چین)، آفریقای جنوبی، ژاپن، سنگاپور، کره جنوبی، چین(تایپه)، مالزی، ترکیه و روسیه. نهاد یاد شده جمعاً تاکنون ۷۰۰۰ برنامه آموزش مهندسی را اعتبارسنجی کرده و صلاحیت دانش آموختگان آنها را تأیید نموده است. علاوه بر آن کشورهای زیر درخواست خود را برای پیوستن به توافقنامه به اتحادیه یاد شده عرضه کرده اند: بنگلادش، کشور چین، هندوستان، پاکستان، فیلیپین و سریلانکا (همان منبع، ص ۱۳).

با توجه به تحولات جهانی در آموزش مهندسی در سه دهه گذشته، استانداردهای مربوط به آموزش مهندسی که توسط "مدل توافقنامه واشنگتن" عرضه شده است، به عنوان "استانداردهای طلایی" برای شناسایی متقابل دانشنامه های مهندسی در کشورهای عضو (*IEA*) به کار می رود. این در حالی است که شورای اعتبارسنجی آموزش مهندسی و فناوری آمریکا (*ABET*) نیز به این نهاد پیوسته است. به عنون مثال روسیه که مدل توافقنامه واشنگتن را پذیرفته و به نهاد یاد شده پیوسته است، از طریق انجمن "آموزش مهندسی روسیه"[10] در ده سال گذشته به رعایت استانداردهای مدل یاد شده خود را ملزم دانسته است(*A.E.E.R,2019*). همچنین، مالزی نیز به عنوان یکی دیگر از کشورهایی که به *IEA* پیوسته و مدل توافقنامه واشنگتن را پذیرفته است، در آموزش مهندسی موفقیت های قابل توجهی بدست آورده است. از جمله این موفقیت ها، می توان به پرورش پیامدهای_یادگیری و اطمینان بخشیدن نسبت به تحقق آنها در دانش آموختگان رشته های مهندسی در کشور مالزی، از طریق اعتبارسنجی بر اساس استانداردهای یادشده، اشاره کرد(*Paralmasivam,et al 2013*\).

در اینجا لازم به یادآوری است که کشور انگلستان در سال ۱۹۹۹، یعنی ده سال پس از ایجاد توافقنامه واشنگتن، به آن پیوسته است. این کشور استانداردهای مربوط به پیامدهای یادگیری در دوره های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری آموزش مهندسی را پذیرفته و آن را در اعتبارسنجی کیفیت دوره های یاد شده به کار می برد.

این امر باعث شده است که دانشکده های مهندسی در اسکاتلند، ولز و نیز ایرلند شمالی نیز خود را به پرورش صلاحیت های دانش آموختگان طبق پیامدهای یادگیری مصوب مدل توافقنامه واشنگتن ملزم دانند(*E.C,2019*).

کشورهای عرب زبان، از جمله لبنان نیز از طریق فدراسیون مهندسان عرب زبان، توسط *ABET* به رعایت استانداردهای مربوط خود را ملزم دیده اند. به عبارت دیگر، کشورهای یاد شده نیز سعی کرده اند که رویکرد پیامد-محور را در آموزش مهندسی به کار برند و از پرورش صلاحیت های دانش آموختگان مهندسی در آن راستا اطمینان حاصل کنند (*Jamal, 2013*).

[9] *Rules and regulation for trans-national*

[10] Association for Engineering Education of Russia

بالاخره درباره نوآوری مربوط به مدل توافقنامه واشنگتن، یاد آوری این نکته ضرورت دارد که به علت فاصله میان نیازهای صنعت از نظر مهارت های مهندسان و صلاحیت های پرورش یافته دانش آموختگان، کشورهای عضو *IEA*، با توجه به آینده نگری خود را موظف به پیوستن به اعتبار سنجی جهانی در آموزش مهندسی دانسته اند.

۶- برقراری ارتباط بیشتر میان صنعت و آموزش مهندسی از طریق "یادگیری بهم تنیده با کار"

درهم تنیدن کار با یادگیری(*W.I.L*)[11] از جمله برنامه هایی است که اغلب در دانشکده های مهندسی که به کیفیت پیامدهای یادگیری می‌اندیشند، مورد توجه قرار گرفته است (*Agwa- Eyon?,2017*). در این نوع برنامه ها، از طریق: یادگیری مبتنی بر عمل؛ یادگیری با حضور در محل کار آینده؛ یا محتوای شبیه سازی شده با محیط کار؛ و یا ترکیبی از این موارد، فرایند یاددهی- یادگیری به صورت "همکارانه صنعت و آموزش مهندسی"، عرضه می شود (*Keleher, et al; 2011*). رویکرد یاد شده، با توجه به تحولات جهانی در آموزش مهندسی و ضرورت پرورش صلاحیت های دانش آموختگان (برای کاهش فاصله انتظارات کارفرمایان و توانایی دانش آموختگان) در بستر واقعی محیط کار طراحی شده است (*Christensen, et al, 2015*).

در آمریکای شمالی، رویکرد درهم تنیدن کار با یادگیری به دو صورت اجرا می شود: الف) کارورزی؛ ب) برنامه همکارانه صنعت و آموزش مهندسی.نوع دوم که از آن تحت عنوان *Coop* یاد می شود (*liu, et al, 2018*)، در برخی دانشگاه های امریکای شمالی، از جمله واترلو(کانادا) رایج است. در این نوع رویکرد مجموعه‌ای از ویژگی های دانش آموختگان (*graduate attributes*) مورد نظر قرار می گیرد. سپس در بخش های مرتبط با آموزش ها از تحقق آن ها اطمینان حاصل می شود. برای مثال، یکی از ویژگی های یاد شده، توانایی یادگیری مداوم (*LLL= lifelong learning*) است. به عبارت دیگر، دانشگاه یاد شده، از طریق آموزش در محل دانشکده و نیز در محل کار آینده، اطمینان حاصل می کند که دانشجویان در فرایند تحصیل توانایی دستیابی به منابع اطلاعات علمی در حوزه مهندسی و زمینه های وابسته را به دست آورده، امکان ارزیابی کیفیت آن را دارا شده و می توانند از داده ها و اطلاعات لازم، دانش لازم و مورد نظر را به دست آورند (*Roufail, et al, 2018*).

دریک طرح پژوهشی (Liu, et al,2018) نشان داده شده است که برای تحقق هدف های رویکرد همکارانه صنعت و آموزش مهندسی سه عامل به شرح زیرموثرند :

۱- صنعت(محل کار)؛

۲- دانشکده مجری طرح؛

۳- دانشجو .

[11] *Work integrated Learning*

نتایج پژوهش یادشده همچنین نشان می دهد که اجرای مطلوب رویکرد همکارانه صنعت و آموزش مهندسی می تواند به میزان قابل توجهی در پرورش پیامدهای یادگیری آموزش مهندسی موثر باشد. البته این امر در صورتی رخ می دهد که هر یک از سه عامل یاد شده، ویژگی های مورد نظر را دارا باشند و یا در راستای آن بکوشند (همان منبع، ص ۸-۷). از این جمله، دانشجو باید شخصاً نسبت به مواجهه با محیط کار، را به یادگیری از آن موظف بداند و ویژگی های شخصی خود را در آن راستا تقویت کند. همچنین، دانشکده هایی که برنامه همکارانه را عرضه می کنند از ساختار مناسب برای این منظور برخوردار باشند؛ از این جمله: مشخص بودن الزامات حضور دانشجو در این نوع برنامه و داشتن رویه انعطاف پذیری در این باره؛ تدوین برنامه همکارانه قبل از اجرا، ارزیابی آن در حین اجرا و در انتهای آن، به طوری که از دستیابی به نتایج مورد نظراطمینان حاصل شود. همچنین، نهاد محل کار نیز باید موارد زیر را به انجام رساند:

۱- از عهده انتظارات برآید؛

۲- در عرضه جنبه های مختلف کار به دانشجو دریغ نکند؛

۳- شرایط و عوامل کاررا برای یادگیری دانشجو به صورت چالش گرا مهیا کند (همان منبع، ص۸).

هرچند که ممکن است تصور شود که کارورزی در آموزش مهندسی حالت نو آوری ندارد، اما چگونگی اجرای آن در عصر دیجیتال و با استفاده از واقعیت آمیخته همراه با نو آوری است.

۷ -بیان پیامدهای یادگیری در آموزش مهندسی و تدوین برنامه درسی براساس آن ها

یکی دیگر از نوآوری هائی که در آموزش عالی به طور عام و در آموزش مهندسی به طور خاص، در برنامه ریزی درسی مورد توجه قرار گرفته است، بیان **پیامدهای یادگیری** (Learning Outcomes) است. در انجام این عمل، ابتدا رسالت و چشم انداز گروه آموزشی ذی ربط مورد نظر قرار می گیرد. سپس بر اساس هدف های غایی گروه آموزشی، هدف دوره آموزشی (مانند دوره کارشناسی رشته برق) - به صورت عملکردی که دانشجو در پایان دوره باید نمایان کند- بیان می شود.

پس از مرحله یادشده، هدف های تک - تک درس ها (با توجه به پیامدهای یادگیری) مشخص می گردد. در مرحله بعدی، لازم است پیامدهای یادگیری هر درس بیان شود. وقتی که این امر انجام یافت، ماتریس پیامدهای یادگیری دوره آموزشی برحسب درس ها تدوین می شود؛ به طوری که برای هر پیامد یادگیری تأثیر درس در پرورش آن پیامد با سه درجه (تأثیر کم/ تأثیر متوسط/ تأثیر زیاد) در ماتریس نمایان شود.

رویکرد یادشده در سال ۲۰۰۸ میلادی توسط سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه[۱۲](OECD) به منظور سنجش پیامدهای یادگیری آموزش عالی یک طرح پژوهشی تدوین واجرا کرد (DECD, 2012). آموزش مهندسی از جمله رشته هایی بود که سنجش پیامدهای یادگیری آن در طرح پژوهشی گنجانده شده بود. طرح یاد شده، به صورت آزمایشی به منظور امکان سنجی تدوین و اجرای آزمون های بین المللی برای سنجش عملکرد رشته آموزش عالی (از جمله رشته های مهندسی) به مدت ۵ سال به اجرا در آمد. نتیجه این طرح آن است که بیان پیامدهای یادگیری برای ارتقاء کیفیت آموزش عالی، به طور کلی و برای آموزش مهندسی به طور خاص ضرورت دارد. هرچند از گزارش نهایی طرح(*OECD, 2013*)، می توان نتیجه گرفت که سنجش بین المللی عملکرد رشته های آموزش عالی میسر نمی باشد، اما بیان پیامدهای یادگیری درفرایند تدوین برنامه درسی و نیز تهیه هر درس توصیه شده است.

برای بیان پیامدهای یادگیری در هر دوره آموزشی ،باید ابتدا، قابلیت های مورد پرورش در دانش آموختگان دوره آموزشی را مورد نظر قرا داد. سپس آن ها را در قالب بیان **دانش، نگرش** و **توانش** دانش آموختگان بازنمایی کرد. سرانجام، پیامدهای یادگیری در هر درس را باید بیان کرد. این پیامدها نشان می دهد دانش آموختگان پس از گذراندن آن درس چه مجموعه ای از دانش و مهارت ها را می تواند نمایان کنند. مجموعه ای از پیامدهای یادگیری تشکیل دهنده قابلیت (competency) دانش آموخته است. به عبارت دیگر، بیان مجموعه ای از پیامدهای یادگیری که نمایانگر دانش، نگرش و توانش دانش آموخته در یک رشته می باشد، قابلیت او رادر این رشته توصیف می نماید.

در بیان پیامدهای یادگیری باید پنج ویژگی را رعایت کرد:

۱.دانشجو- محوری،

۲. اندازه پذیر و قابل مشاهده بودن عملکرد دانشجو از نظر دانش ویا مهارت،

۳. مشخص بودن سطح عملکرد از نظر یادگیری شناختی[۱۳](درطبقه بندی بلوم)،

۴. استفاده از فعل کنشی که نمایانگر دانش ویا مهارت دانشجو باشد،

۵.مدت زمانی که دانشجو بایددر آن فاصله زمانی توان یا رفتار خود را نمایان کند (*Kennedy, et al, 2019*).

۸- حساسیت نسبت به مسایل اجتماعی و استفاده از مهارت های مهندسی در رفع آن ها

در چند دهه گذشته، نظام های آموزش عالی در اغلب کشورهای جهان از حالت فراهم آوردن فرصت برای" سرآمدان" به حالت " آموزش عالی برای اقشار مختلف اجتماعی" در آمده اند. در این راستا، جمعیت

[12] *Organization for Economic Operation and Development*
[13] Cognitive process

دانشجویی در سطح جهان و نیز در سطح ملی به چندین برابر افزایش یافته است. در نتیجه، تعداد دانشجو در اغلب رشته های دانشگاهی به طور قابل توجهی افزایش یافته و ویژگی های آنان از نظر سابقه اجتماعی-اقتصادی و نیازهای فردی، متنوع شده است. به واسطه تنوع ویژگی های دانشجویان در رشته های دانشگاهی به طور عام و در رشته های مهندسی به طور خاص، توجه به نیازهای فردی آنان را طلب می کند. علاوه برآن، مسایل اجتماعی که در محیط های پیرامون نهادهای آموزش عالی رخ می دهد، ضرورت وجود حساسیت و توجه از طرف نهادهای آموزش مهندسی را نسبت به استفاده از روش های مهندسی برای حل این مسایل طلب می کند. این امر، به واسطه آن است که دانش و مهارت های مهندسی، به طور کلی، همه جوانب جامعه را می تواند تحت تأثیر قرار دهد. از این رو است که آشنایی دانشجویان در آموزش مهندسی با هدف های توسعه پایدار[۱۴] و پاسخگو بودن آموزش مهندسی در راستای آن ها، در زمره مسئولیت پذیری اجتماعی قلمداد می شود (*DeVere, et al.,2009; G.U.N.I.,2017*).

سوالی که مطرح شده است:" آیا دانش و مهارت‌های مهندسی و فناوری که در دهه های گذشته، به سطح بالندگی فعلی رسیده اند، تا چه اندازه در رفع مسایل اجتماعی و یا کاهش آنها موثر بوده اند؟" نظر به این که پاسخ این سوال مثبت نبوده (*Bugliarelio, 1991*)، پیشنهاد شده است در برنامه های درسی آموزش مهندسی نسبت به مسایل اجتماعی حساسیت لازم پرورش داده شود. از این رو، انتظار آن است که دانش آموختگان آموزش مهندسی نه تنها با مسئولیت پذیری اجتماعی بنگاه ها (*CSR*)[۱۵] آشنا شوند، بلکه از نظر حساسیت به مسایل اجتماعی تمایل پیدا کنند که دانش و مهارت های خود را با رعایت اخلاق حرفه ای، در خدمت کاهش و حل مسایل اجتماعی قراردهند (*Conlon, 2008*).

با توجه به موارد یاد شده، برخی استانداردهای سنجش کیفیت آموزش مهندسی (C.D.I.O, 2019) نیز در جهت تضمین پرورش ویژگی های فوق الذکر بازنگری شده و مورد استفاده قرارگرفته اند (*Malmqvist,et al., 2005*). به طوری که پرورش جنبه های عاطفی (بینش) دانشجویان در راستای تقویت حساسیت نسبت به مسایل اجتماعی و استفاده از مهارت های مهندسی در رفع آنها در برنامه هایی مانند "آموزش مهندسی بدون مرز"(*E.W.B.,2019*) را می توان به عنوان نوآوری به شمار آورد.

۹-توجه به "مفاهیم آستانه ای" در آموزش مهندسی

در سال های اخیر، به منظور یاری دادن به ارتقای کیفیت پیامدهای یادگیری دانشجویان در آموزش مهندسی و به طور کلی بهبود بخشیدن به به برنامه های درسی آن، استفاده از نظریه مفاهیم آستانه ای[۱۶] مورد توجه قرار گرفته است. منظور از مفاهیم آستانه ای، مفاهیمی است که دانشجویان در یادگیری آنها دچار دشواری

[14] Sustainable development
[15] Corporate Social Responsibility
[16] *Threshold concepts*

می شوند. اما با شناسایی آنها و انجام پژوهش درباره چگونگی تدریس این مفاهیم، یادگیری آنها تسهیل می شود (*Land, et al, 2008*). هرچند انجام پژوهش درباره مفاهیم آستانه ای در آموزش عالی سابقه ای قابل توجه دارد، اما در آموزش مهندسی انجام پژوهش درباره آنها نسبتاً جدید است (*Male, et al., 2011*).

برای پی بردن به مفاهیم آستانه ای درس ها در دوره ها و سال های مختلف اجرای هر دوره، می توان مصاحبه های انفرادی با دانشجویان و نیز با هیأت علمی؛ مصاحبه گروه های کانونی و یا شیوه های مشابه را انجام داد. بدین طریق می توان به مشکلات دانشجویان نسبت به مفاهیم دشوار پی برد. این مفاهیم که بالقوه می تواند یادگیری دانشجویان را دچار اختلال کند، شناسایی شده و چگونگی تسهیل یادگیری آنان مورد بررسی قرار می گیرد (*Male, et al, 2015*).

لازم به یادآوری است که پی بردن به مفاهیم آستانه ای در رشته های مختلف آموزش مهندسی مستلزم صرف وقت و داشتن تجربه لازم برای انجام طرح های تحقیقاتی ذی ربط است. در فرایند تدوین و اجرای این گونه طرح ها، نه تنها دانشجویان بلکه هیأت علمی باید شرکت داشته باشند. البته شاید متخصصان برنامه ریزی درسی نیز بتوانند این فرایند رایاری دهند (*Cousin,2009*). در یکی از طرح های تحقیقاتی،(*Barradell,2013*) نشان داده شده است که هرچند گفت و گو میان دانشجویان و هیأت علمی می تواند در بازنمایی مفاهیم آستانه ای موثر باشد، اما به رغم استفاده از شیوه های مختلف برای شناسایی این مفاهیم، دو چالش عمده وجود دارد. این چالش ها شامل موارد زیر است:

الف) مخاطب قرار دادن گروه وسیع تری از هیأت علمی مرتبط با تدریس (یک رشته) برای شناخت مفاهیم آستانه ای؛

ب) نبود هم رأیی نسبت به مفاهیم آستانه ای در میان شرکت کنندگان در طرح تحقیقاتی. اما شیوه هایی می توان به کار برد که این چالش ها برطرف شود (همان منبع؛ *Zepke,2013*).

البته، همان طور که اشاره شد، می توان چالش های یادشده را برطرف کرد و به شناسائی مفاهیم آستانه ای در رشته های آموزش منهدسی نایل آمد. این امر به ویژه برای ارتقاء کیفیت آموزش مهندسی در نهاد های غیر دولتی بسیار ضروری باشد.

۱۰-توسعه حرفه ای مدرسان در راستای دانشوری تدریس- یادگیری و طراحی تجربه های یادگیری در آموزش مهندسی

اعضای هیأت علمی در آموزش عالی به طور عام و در آموزش مهندسی به طور خاص معمولاً پس از اتمام تحصیلات تکمیلی و احیاناً گذراندن یک دوره کوتاه پژوهشی پسا دکتری، به عنوان هیأت علمی مشغول تدریس می شوند. در این حالت، مدرس یادشده نسبت به موارد زیر کم اطلاع یا بدون اطلاع می باشد:

- در تدریس- یادگیری رویکرهایی وجود دارد که در علوم تربیتی و روان شناسی مورد آزمایش قرار گرفته و به کار گرفتن آنها یادگیری دانشجویان را تسهیل می کند.

- رویکرد های یاددهی- یادگیری در پنج دهه گذشته متحول شده اند و ضرورت دارد که هیأت علمی، به ویژه افراد تازه استخدام شده، با آن ها آشنا شوند و درتدریس-یادگیری دانشجویان به کار برند.

با توجه به نکات یاد شده، رویکردی برای جبران کم اطلاعی و یا افزایش اطلاعات علمی شخصی اعضای هیأت علمی تازه استخدام شده و نیز دیگر اعضای هیأت علمی درباره فرایند یاددهی- یادگیری و چگونگی بهبود آن در آموزش عالی، مورد استفاده قرار گرفته شده است که از آن تحت عنوان **دانشوری تدریس- یادگیری** یاد می شود. دراین رویکرد، منظور از دانشوری تدریس- یادگیری، خودآگاهی و توانمند کردن اعضای هیأت علمی نسبت به علم و هنر یاددهی- یادگیری برای پاسخ دادن به سوال هایی از این قبیل است:

۱- نقش پژوهش در آموزش و یادگیری برای ارتقاء کیفیت تدریس- یادگیری چیست و چگونه انجام می شود؟

۲- چگونه می توان محیط یادگیری موثر را برای ارتقاء کیفیت یادگیری دانشجویان طراحی کرد و به اجرا درآورد؟

۳- چگونه با استفاده از روش علمی می توان دانش فردی مدرس را نسبت به تازه های یاددهی- یادگیری افزایش داد و در تدریس رشته تخصصی به کاربرد؟

٤- چگونه از طریق انجام " اقدام پژوهی"[۱۷] می توان راه حل های جدید عملی برای ارتقاء کیفیت یادگیری دانشجویان در دروس مختلف فراهم آورد و نتایج را با سایر همکاران سهیم شد؟

در راستای توسعه دانشوری تدریس- یادگیری در دانشگاه های معتبر جهان در دو دهه گذشته، کوشش های قابل توجهی انجام شده است و در این باره نسبت به اشاعه آن اقدام شده است (*Smith,2014;Boyer,1990*). به رغم این که دانشوری تدریس- یادگیری بیش از دو دهه است که در رشته های مختلف دانشگاهی مورد استفاده قرار می گیرد، در کشورهای درحال توسعه هنوز آن طور که باید شناخته نشده و مورد استفاده قرار نمی گیرد.

از طریق آشنایی اعضای هیأت علمی با دانشوری تدریس-یادگیری می توان آنان را نسبت به طراحی تجربه یادگیری در آموزش مهندسی توانمندتر نمود و کیفیت نظام آموزش مهندسی را ارتقاء بخشید. شکل (۱) سطوح آشنایی با حیطه دانشوری تدریس-یادگیری را نمایش می دهد. همانطور که در این شکل نشان داده شده ا ست:

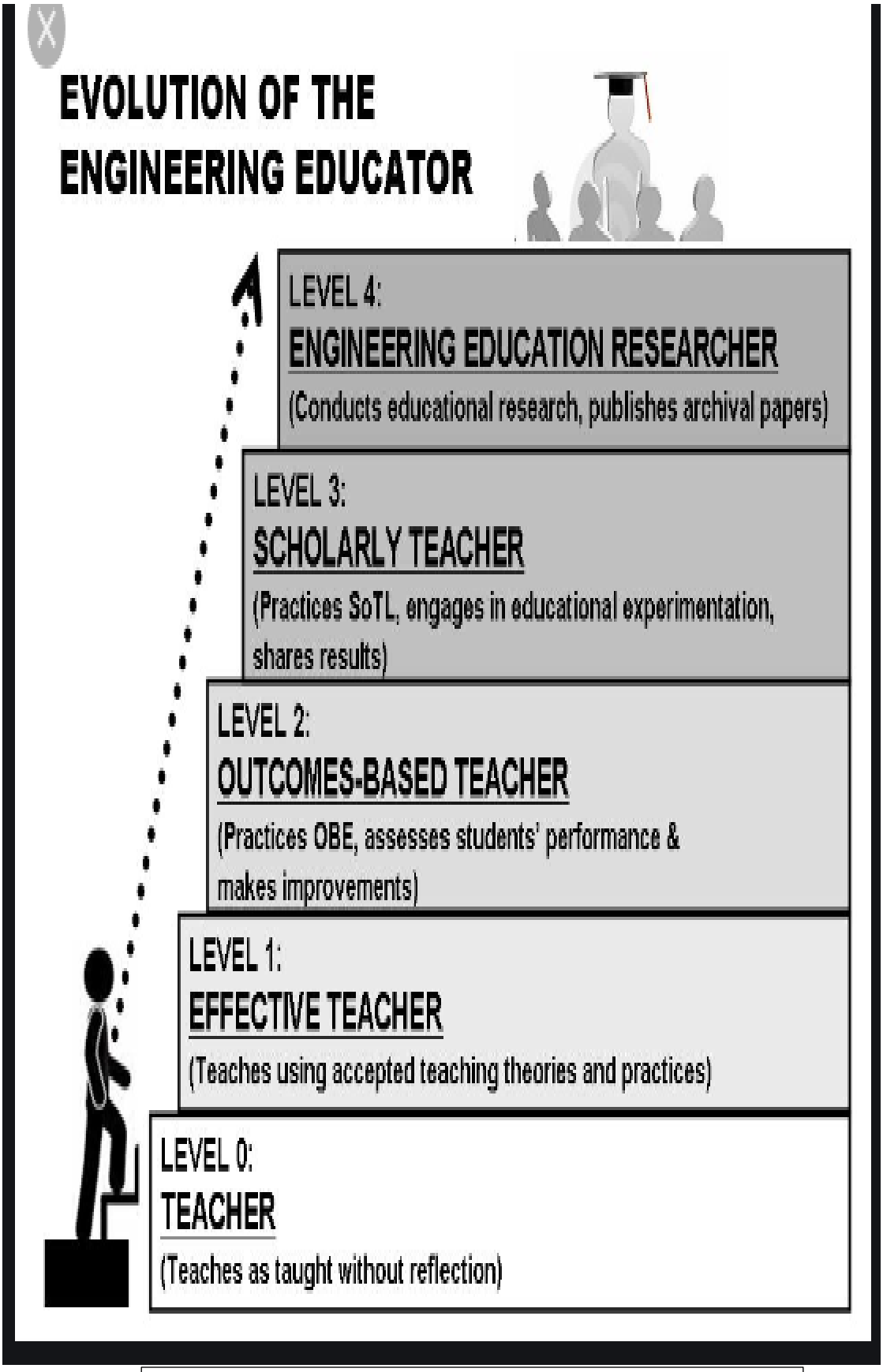
[17] Action Research

- در پایین ترین سطح (۰) عضو هیأت علمی تازه استخدام قرار دارد که شیوه تدریس او همان است که خود در کلاس های درس از استادان یادگرفته است؛

- در سطح (۱) عضو هیأت علمی ضمن آشنایی با نظریه های یاددهی- یادگیری، آنها را به کار می برد.در سطح(۲) عضو هیأت علمی عملکرد خود را ارزیابی می کند و با توجه به نتایج نسبت به بهبود آن اقدام می کند، در سطح (۳) به منظور بهبود مستمر عملکرد خود به طراحی و اجرای طرح های پژوهشی در فرایند تدریس خود برای بهبود یادگیری دانشجویان می پردازد، همچنین، نتایج این پژوهش ها را با دیگران سهیم می شود ودر این سطح است که دانشوری تدریس- یادگیری رخ می دهد؛

- بالاخره در سطح (۴) عضو هیأت علمی در رشته تخصصی خود، همانند یک پژوهشگر آموزشی، به پژوهش درباره موفقیت های مسئله در نظام آموزش مهندسی می پردازد تا برای مسایل این نظام راه حل عرضه کند و نتایج آن را منتشر سازد (*Streveler, et al.,2007*).

با توجه به نکات یاد شده ، می توان دانشوری تدریس-یادگیری، که در آموزش پزشکی ایران نیز مدتی است مورد استفاده قرار می گیرد، به عنوان بخشی از برنامه توسعه حرفه ای اعضای هیأت علمی آموزش مهندسی به کار گرفت. البته، در آموزش پزشکی ایران آموزش مداوم هیأت علمی سازمان یافته است و برنامه دانشوری تدریس-یادگیری در فرایند ترفیع و ارتقاء مرتبه دانشگاهی ارزیابی می شود و مورد قضاوت قرار می گیرد.



شکل ۱:سطوح آشنایی با حیطه دانشوری تدریس-یادگیری

منابع

1-Abele, E., et al. (2017). Learning Factories for future oriented research and education in manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology, 66*(2), 803–826.

2- Agwa-Ejon,J.F. (2017). The impact of work integrated learning (WIL) on engineering education. 2017- IEEE Engineering Education conference (EDUCON), Athen, Greece, April 2017.

3-American Board of Engineering and Technology (ABET).(2000). Engineering Criteria 2000.Baltimore, MD: ABET.

4- Association for Engineering Education of Russia(AEER).(2019). *Of Current Importance*. Retrieved on 20.8.2019 from: www.ac.raee.ru/topnews/en/2762htm.

5-Barradell, S. (2013). The identification of threshold concepts: a review of theoretical Complexities and methodological challenges. *Higher Education*,65(20, 59-69.

6-Baena, F., et al. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. Science Direct (Procedia Manufacturing), 9, 73-80.

7-Beetham, H. et al., (2013*). Rethinking Pedagogy for a Digital Age*. London: Routledge.

8- Billett , S. (2001),"Learning through work: Workplace affordances and individual engagement," Journal of Workplace Learning, 13(5), 209-214.

9- Billett, S. (2002). Workplace pedagogic practices: Co- participation and learning," British Journal of Sociology of Education. 50(4), 457-481.

10-Boyer, E. L. (1990). Scholarship reconsidered: Priorities for the the professoriate. Princeton, NJ: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.

11-Bugliarelio, G. (1991). The Social Function of Engineering: A Current Assessment. in National Academy of Sciences (NAS). (Ed.). *Engineering as A Social Enterprise*. (pp. 73-113). Washington, D.C. The National Academies Press.

12- -Christensen, S.H., et al. (2015). *International Perspectives on Engineering Education: Practice and Context. Vol.1.* Springer.

13-C.D.I.O. (2019). The CDIO 2.0. (Conceive, Design, Implement, Operate) Syllabus . Retrieved on 13.10.2018, from: http://cdio.org/framework-bebefits/cdio-syllabus.

14- Colon, E. (2008). The New Engineer : Between Employability and Social Responsibility. Technological University, Dublin. Retrievd on 12.8.2019 from : https://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=schmuldistart

15- Cousin, G. (2006). An introduction to threshold concepts. *Planet, 17*, 4–5.4-Cousin, G. (2009). *Researching learning in higher education: : An introduction to contemporary methods and approaches*. New York: Routledge.

16 - Croply, D.H.(2015). Promoting Creativity and Innovation in Engineering Education. Psychology of Aesthetics, Creativity and Arts, 5(2), 161-171.

17-De Vries, P. , et el.(2017). EMERGING TECHNOLOGIES IN ENGINEERING EDUCATION: CAN WE MAKE IT WORK?Proceedings of the 13th International CDIO Conference, University of Calgary, Calgary, Canada, June 18-22, 2017.

-18-Da Silva, G. et al. (2015). Entrepreneurship in Engineering Education :A Literature Review. Internatinal Journal of Engineering Education,31(6A), 1701-1710.

19-Dehing, A. ; Jochems, W. and L. Baartman, L.(2013). "Development of an engineering identity in the engineering curriculum in Dutch higher education: An exploratory study from the teaching staff perspective," European Journal of Engineering Education, vol. 38, no. 1, pp. 1-10, 2013

20- De Verre, I. et al.,(2009). EDUCATING THE RESPONSIBLE ENGINEER: SOCIALLY RESPONSIBLE DESIGN AND SUSTAINABILITY IN THE CURRICULUM. INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION 10 & 11 SEPTEMBER 2009, UNIVERSITY OF BRIGHTON, UK. Retrieved on 10.8.2019 from : https://www.researchgate.net/publication/267545610_Educating_the_responsible_engineer_Socially_responsible_design_and_sustainability_in_the_curriculum

21-Engineers Without Border(EWB). Engineering Without Border Challenge (EWBC).(2019).Retrieved on 15.7.2019 from:https://www.ewb-uk.org › engineering-for-people › 2018-19-challenge

22- Finkel, A. (2013). Innovative Approaches to Engineering Education. Retrieved on 12.07.2019 from:https://pdfs.semanticscholar.org/799b/1c8f814c4672b16b1c28213f79a9985e2272.pdf

23-Frerich, S. et el., (Eds.).(2016). *Engineering Education 4.0: Excellent Teaching & Learning in Educational Sciences.* (ISBN 978-3-319-46916-4).

24-Global University Network for Innovation(GUNI).(2017).*Higher Education in the World,Towards a Socially Responsible University: Balancing the Global with the Local*. (ISBN 978-84-617-5508-0).

25-Graham, R. (2018). *The Global State of Art in Engineering Education.* Cambridge,MA, MIT Press.

26-Global University Network for Innovation.(Ed.). Higher Education in the World-6(Towards a Socialy Responsive University : Balancing the Global with the Local). Retrived on 12.10.2018 from : http://www.guninetwork.org/report/higher-education-world-6

27- International Association of Learning Factory(IALF). Definition of Learning Factory. Retrieved on 2.8.2019 from: https://ialf-online.net

28- International Engineering Alliance(IEA). 25 years of Washington Accord. Retrieved on 16.8.2019 from :http://www.ieagreements.org/assets/Uploads/Documents/History/25YearsWashingtonAccord-A5booklet-FINAL.pdf.

29-Jarrar, M and Anis, H. (2016).The Impact of Entrepreneurship on Engineering Education. Retrieved on 16.8.2019 from :*https://ojs.library.queensu.ca/index.php/PCEEA/.../6047*

30- Jamal, A. (2011). Engineering Education in Lebanon : Towards Quality Assurance and Accreditation. IEAS (Journal of World Fedration of Engineering Organizations), 17,(Dec.), 13-26.

31-Jaeger, A. et al. The "Learning Factory": An immersive learning environment for comprehensive and lasting education in industrial engineering. Retrieved on 13.8.2019 from:http://www.iiis.org/CDs2012/CD2012SCI/SCI_2012/PapersPdf/RP272KD.pdf

32-Jaeger, A. et al. (2018). Competencies for future production.in E. Abele et al. (Eds.). *Learning Factories*. Springer International Publishing .(ISBN 9783319922607). Retrieved From: http://www.iiis.org/CDs2012/CD2012SCI/SCI_2012/PapersPdf/RP272KD.pdf

33- Kennedy, D. et al. (2005). Writing and Using Learning Outcomes, Implementing Bologna in Your Institution. Retrieved on 10.7.2019 from : https://www.fibaa.org/fileadmin/uploads/content_uploads/Writing_and_Using_Learning_Outcomes_02.pdf

34-Lattuca,L. R. et al., (2011). A.C. 2011-994 : Working As a Team : Enhancing Interdisciplinarity for the Engineer of 2020. Retrieved on 15.8.2019 from :file:///C:/Users/Shaaraf%20DG/Downloads/ASEE_2011_ID_Competence_FINAL_3_8_11%20(3).pdf

35-Land, R. et al., (2008). *Treshold Conepts within the Disciplines*. Rotherdam : Sense Publishers.

36-Lindsay E, Munt R, Rogers H, Scott D, & Sullivan K.(2008). Making students engineers. Engineering Education: Journal of the Higher Education Academy Engineering Subject Centre, 3(2), UK.

37- Liu, Q. et al., (2018). ENGINEERING CO-OP AND INTERNSHIP EXPERIENCES AND OUTCOMES: THE ROLES OF WORKPLACES, ACADEMIC INSTITUTIONS AND STUDENTS . Proceedings of 2018 Canadian Engineering Education Association Conference. Retrieved on 15.8.2019 from : https://www.researchgate.net/publication/325652208_Engineering_co-op_and_internship_experiences_and_outcomes_The_roles_of_workplaces_academic_institutions_and_students.

38-Male, S. A. ,et al. (2011). Engineering Thresholds : an approach to curriculum renewal. Retrieved on 20.8.2019 from :https://www.researchgate.net/publication/290951641_Engineering_threshold_concepts

39- Male, S. A. et al. (2015)." Threshold concepts in undergraduate engineering: Exploring engineering roles and value of learning". Australasian Journal of Engineering Education,, Vol. 20, No. 1, pp. 59-69, Retrieved on 21.8.2019 from:https://www.researchgate.net/publication/272494820_Threshold_concepts_in_undergraduate_engineering_Exploring_engineering_roles_and_value_of_learning .

40-Malmqvist,j. et al. (2005). Use of CDIO Standards in Swedish National Evaluation of Eng Ed. Programs. First Annual CDIO Conference , Queen's University, Kingston, Ontario, Canada,7-8,June,2005. Retrieved on 12.5.2019 from :http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_7552.pdf.

41-National Academy of Sciences (2004). Facilitating interdisciplinary research. Washington, D.C.: National Academies Press.

42-Nardello, M. et al. The Smart Production Laboratory: A Learning Factory for Industry 4.0 Concepts . Retrieved on 12.8.2019 from:http://ceur-ws.org/Vol-1898/paper4.pdf.

43- Navarret, R. et el., (2016). Use of Open Educational Resources in e-Larning for Higher Education. Paper presented at the Third International Conference Retrieved on 10.8.2019 from : https://ieeexplore.ieee.org/document/7461715

44- Organization for Economic Cooperation and Development(OECD).(2013). Assessment of High er Education Learning Outcomes. Feasibility Study Report. Vol 3-Furhter Insight. Paris : OECD.

45-Paramasivam, S. et al.(2013). Study of the effectiveness of the Implementation of Washington Accord in Malaysia's Eng. Undergraduate Prog. Using S.E.M. Procedia-Social and Behavioral Sc.,90, 803-312.

46- Reeve, D. et al. (2010). Dean's Task Force on Engineering Leadership Education. Retrieved on 10.8.2019 from :https://www.engineering.utoronto.ca/files/2015/02/Leadership-Task-Force-May-11-2010.pdf.

47-Richert, A. et al. (2016). Learning 4.0: Virtual Immersive Engineering Education. Digital Universities: International Best Practices and Applications*. Digital Universities: International Best Practice and Applications.*11(2-3), Retrived on 13.7.2019 from: http://digitaluniversities.guideassociation.org/2016/01/learning-4-0-virtual-immersive-engineering-education/

48-Roufail, R. et el., (2018). Assessing Lifelong Learning Utility Coop Work Term Report. Paper Presented at the CEE A-18, University of British Columbia.

49 – Samarakou, M. ,et al.(2014).An Open Learning Environment for Diagnosis, Assistance and Evaluation of Students Based on Artificial Intelligence. International J. of Emerging Tech. in Learning, (IJET), 9(3),30-44.

50- Schuster Katharina, Hoffmann Max, Bach Ursula, RichJeschke Sabina (2014), Diving in, How Users Experience Virtual Environments Using the Virtual Theatre. Proceedings of the 3rd International Conference on Design, User Experience, and Usability (DUXU 2014), Heraklion, Crete, 22-27 June. Lecture Notes in Computer Science Springer, V. 8518, Springer, pp. 636-646, 2014.

51-Smith, K.A. (2014). Moving from Effective Teaching to the Scholarship of Teaching and-Learning(SoTL).Powerpoint Presentation at a Workshop in Mishigan State University. Retrieved on 10.8.2019 from: http://personal.cege.umn.edu/~smith/links.html

52-Streveler, R., Borrego, M. and Smith, K.A. 2007. Moving from the "Scholarship of Teaching and Learning" to "Educational Research:" An Example from Engineering. *Improve the Academy,* Vol. 25, 139-149.

53-Tisch, M. et al. (2016). Learning factory design: a competency-oriented approach integrating three design levels, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 29:12, 1355-1375, DOI: 10.1080/0951192X.2015.1033017

54-Wagner, U. et al. (2012). The State of the Art and Prospects of Learning Factories. Proceedings of CIRP-2012, 109-119.

55-Wankat, P.C., THE SCHOLARSHIP OF TEACHINGAND LEARNING IN ENGINEERING* Retrieved on 16.8.2019 from : https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/19VPU_FHev7_P5cZZb-FcbXube8GEr1x3/2002-Scholarship_chapter.pdf

56-Wiley, K. and Gardner, A.P. (2010). Investigating the capacity of self and peer assessment activities to to engage students and promote learning. European Journal of Engineering Education, 35(4) , 429-443.

57- Zepke, N.(2013). Threshold concepts and student engagement: Revisiting pedagogical content knowledge. Active Learning in Higher Education, 14(2), 97-107