



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

کد مقاله: IICEE2017-24

چارچوبی برای تولید محتوای درسی آموزش های دوره های کارشناسی مهندسی

سید ابراهیم ابطحی

الزامات درون رشته ای از سبب الزامات رشته ای و بعد ویژگی های دانش آموختگی از سبب ابعاد بروندادی. به کمک بعد بهترین تجارب موجود، که آموخته ها را به خدمت می گیرد تا بعد ویژگی های دانش آموختگی، که بر سنجش تحقق ارزیابی پذیر اهداف رفتاری استوار است و چهار بعد میانی، که به ساختار و محتوا می پردازند، محتوایی بر مبنای چارچوب برای دروس فراهم میشود که میتواند مراعی تحقق پیشینه اهداف رفتاری در دوره کارشناسی مهندسی مورد نظر باشد.

۱ مقدمه

ترکیب در هم تنیده دانش و مهارت که لازمه عمل مهندسی است، یاددهی و یادگیری آنرا دشوار می کند. دشواری های یادگیری را با تحقق سواد فراگیری در یادگیرندگان میتوان تا حدودی حل کرد، اما یاددهی غیر مدل- پایه آموزش مهندسی، آنرا در شیوه، به الگوهای سنتی آموزش استادکاری، تقلیل می دهد که مناسب تربیت پرشمار مهندسان مورد نیاز نیست. ضمن اینکه بهره وری همین روش سنتی کارا، در تربیت و آموزش حضوری و انفرادی را، همراه ندارد. اما شیوه های مدل - پایه یاددهی که بر انواع الگوهای معتبر آموزشی بنا میشوند علاوه بر لزوم هماهنگی با دو مدل یادگیری و ارزیابی متناسب، نیاز به چارچوب و مدلی فرآیندی، جهت تولید محتوای آموزشی قابل یاددهی و ارزیابی پذیر دارند که در عین حال باید بتواند در قالب های معنایی دروس و قالب ساختاری دوره، معتبر و قابل اعتبار سنجی و در اجرا، اثر بخش باشند. در این مقاله، در قالب مدلی شش بعدی چارچوبی برای تولید برنامه درسی در رشته های مهندسی پیشنهاد شده است که با پیمایش آن میتوان روشگان های مولد

حکیده- چارچوب های تک متغیره ای نظیر زکمن در انواع چند بعدی، مدل های بهنجاری هستند که با در نظر گرفتن تعاملات عوامل گوناگون، با پیمایش آنها بتوان روشگان هائی لایه ای، برای تولید محصولات فکری، نظیر برنامه های درسی و محتوای دروس یافت با این مزیت که به علت مدل - پایه بودن تولید، واجد قابلیت لازم اصلاح پذیری هم هستند. در این مقاله بر اساس تجارب پیشین نگارنده در کار با این مدلها، چارچوبی شش بعدی برای تولید محتوای درسی آموزش های دوره های کارشناسی مهندسی، طراحی، مناسب سازی و پیشنهاد شده است. به این قصد که بتوان برنامه های درسی طراحی کرد که در گام طراحی، مراعی مشخصات ویژه دوره مهندسی مورد آموزش بوده و برای اثربخشی آن، ضمن درج عوامل موثر لازم، بتوان با احتمالی، از تحقق اهداف برنامه ای فرآوردهای آن، که مهندسان قابل باید باشند، سخن گفت. به ارزیابی میزان قابلیت تحقق یافته در آنها پرداخت و سپس با فاصله سنجی، به میزان تحقق اهداف یادگیری در قالب مشخصات دانش آموختگان، دست یافت و سپس به بهبود مستمر برنامه ها حتی با اعمال اصلاحاتی در مدل، برای بهبود اقدام کرد.

به گزینی کمینه ابعاد، از سبب های ابعاد، با ملاک تحقق توانائی های مورد نیاز مهندسان که با سطوح یادگیری یادگیرندگان تطابق داده شده باشد، مسیر پوشائی از اهداف رفتاری قابل تحقق، که از مفروضات این اقدام است. شش بعد انتخابی برای این چارچوب، از سبدهای ابعاد گوناگون، به شرح زیر برگزیده شده اند: بعد بهترین تجارب موجود از سبب ابعاد اثربخشی، بعد واحد ها و بدنه های دانشی و بعد پودمان های مهارتی از سبب ابعاد محتوایی، بعد زنجیره های درسی از سبب ابعاد ساختاری، بعد



بین‌المللی مهندسان الکترونیک و الکترونیک و ابداع واحدهای موضوعی تا دانشی و در پژوهشی دیگر به بدنه‌های دانشی سازنده محتوای، دروس منجر شده است. اما فقدان مدل فرآیندی برای این دستاوردهای پژوهشی آنها را در حد استاندارد تثبیت کرده که فاقد مدل اجرایی هستند.

۴ پیشینه نگاری، تجارب و دستاوردهای تولید مدل - پایه ی

۱.۴ محتوای دروس

تجربه‌های نگارنده در اجرای مدل تدوین برنامه درسی بر مبنای الگوی یونسکو در تدوین برنامه درسی هنرستانهای رایانه برای دادن دیپلم مهارتی و کاردانی کاربردی رایانه [۳] و تدوین دروس دبیرستانی آموزش رایانه [۴] به نقد مستندات حجیم و مدل فرآیندی زمانبر این الگو، جهت نگاشت اهداف رفتاری به آموزه‌های درسی منجر شد. اقدام بعدی تلاش برای تسریع و تسهیل این اقدام به کمک رایانه و تکیه بر مدل بلوم در تدوین برنامه‌ها و محتوای درسی برای آموزش سواد رایانه دبیرستانی بود [۵] که علیرغم پیاده‌سازی رایانه‌ای و تولید رایانه‌ای محتوای بیست درس با نرم افزار رایانه‌ای و آموزش نیروی انسانی کاربر، در عمل به استفاده گسترده منجر نشد. در این پژوهش نوآورانه، بر مبنای مدل بلوم، مدلی فرآیندی تولید محتوای آموزشی، رایانه‌ای شد که در آن آموزه‌های درسی مناسب تحقق اهداف رفتاری با رعایت چارچوب‌های معنایی دروس در درس‌ها درج و پس از سه ترم اجرا با اعتبار سنجی مستدل اثربخشی در مورد باقی ماندن یا حذف آن از آموزه‌های درسی تصمیم گرفته می‌شد. در این مدل تنها آموزه‌های واجد مدل سنجش تحقق یادگیری از خبرگان طرح درس نویسی، پذیرفته می‌شدند و فقط به شرط توفیق در اعتبار سنجی پس از اجرا، در بین محتویات دروس باقی می‌ماندند. در این مدل سه راس مدل آموزش، یعنی مدل‌های یاددهی، یادگیری و ارزیابی در ارتباط باهم سنجیده می‌شدند.

پس از این تجربه، برای ادامه پژوهش‌ها، با نقد تجارب پیشین، راه تکاملی دیگری، برگزیده شد. چارچوبی چند بعدی ترسیم شد تا در تدوین برنامه‌های درسی، این ابعاد به شکل ترکیبی رعایت و محتوایی مراعی این ابعاد، تولید شوند [۶]. گونه‌های دو [۷]، سه [۸]، چهار [۹] و پنج بعدی [۱۰] این مدل، تدوین و برای تولید انواع برنامه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد دوره‌های رشته‌ای و بین رشته‌ای مهندسی رایانه و فناوری اطلاعات، به کار گرفته شد. نقصان مدل فرآیندی تولید در پروژه بعدی جبران شد اما پیچیدگی مدل از امکان اجرای گسترده آن می‌کاست [۱۱]. از نقد نتایج حاصله از این پروژه، اولویت وجود روشگان حاصل

مدل فرآیندی متناسب با انواع رشته‌های مهندسی را، ابداع کرد. سپس به تولید برنامه درسی به کمک آنها، برای دوره‌های آموزش مهندسی پرداخت. این مقاله در ادامه پژوهش‌های پیشین مولف، که نتایج آن در قالب مدل‌های یک تا پنج بعدی برای تولید برنامه‌های درسی در رشته‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی رایانه و فناوری اطلاعات بکار گرفته شده، طراحی و تدوین شده است [۱].

۲ مبانی و مفروضات

احاله تدریجی وظیفه فعالا بازنگاری و بعدها، تدوین برنامه درسی آموزش‌های دانشگاهی مهندسی از سوی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) به دانشگاه‌های برتر، منتخب و مجرب کشور، خواسته سالیان اعضای هیئت علمی این دانشگاه‌ها در مقابله با شیوه ناکارآمد دستوری برنامه‌های مدون مصوب کمیته‌های اداری این وزارتخانه [۲] بوده است. این فرصتی است، که نباید تهدیدات امکان عدم توفیق این واگذاری را، پنهان کند، زمانی میتوان از این تهدیدها کاست که به روشی قابل ارزیابی و اصلاح پذیر به بازبینی و بازسازی مستمر همگام با تغییرات روشهای مهندسی و آموزشی، به این امر پرداخت. این نیاز، مبتنی بر مدل تولید کردن برنامه‌های آموزشی دوره‌های کارشناسی مهندسی را، ایجاب می‌کند.

۳ ضرورت‌ها و نیازها

به تجربه، نمیتوان بر واقعیت دشواری طراحی این گونه مدلها و پیاده سازی دشوارتر آنها چشم فرو بست. اما در شرایط تحول در حد دگرگونی زیر بنای آموزش که مدل‌های ارتباطی است، ناگزیری این اقدام، بدیهی می‌نماید. انسان دوزیست معاصر با ادغام فناوری‌های ارتباطی نو، در سبک زندگی روزانه خود، نه تنها دیگر آموزش‌های سنتی را برنمی‌تابد بلکه دل‌بستگی اش به آموزش الکترونیکی برای طیف گسترده‌ای از نیازهای روزافزون نوآموزی و بازآموزی به آموزش ترکیبی انجامیده و در تولید محتوا به استانداردهای ساختاری نظیر اسکورم ختم شده است.

آموزش فعلی دانشگاهی در دوره‌های کارشناسی مهندسی، با این شرایط، به یک نواندیشی، در حد رنسانس، برای بقای اثربخش با صرفه‌های اقتصادی، نیاز دارد. گام اول در این راه میتواند، ترویج تدوین و استفاده از الگوهای مدل- پایه در تولید برنامه‌های درسی، باشد تا در نهایت با استفاده از فناوری‌های بکمک رایانه، از این ابزار ممزوج با حیات روزمره انسان معاصر، برای تسریع و تسهیل اجرای این فرایندها، بهره گرفت. این اقدام بیش از دو دهه است که آغاز شده و به تجربه‌های موثقی هم نظیر کار معتبر و مشترک انجمن ماشینهای رایانشی و انجمن



از اجتماع و ر اجتماع صورت می گیرد و مدرس نقش هدایت کننده را دارد [۱۶].

رادکلیف^۱ معتقد است: استفاده از رویکردهای یاددهی - یادگیری در آموزش مهندسی نیازمند مناسب سازی است که نمونه ای از آن یادگیری مساله گرا^۲ است. برای رویکرد یاددهی - یادگیری متناسب با آموزش مهندسی، فدلر^۳ چهار ویژگی را لازم دانسته است: تناسب با اهداف آموزشی، قابلیت اجرا در چارچوب کلاس درس، قابلیت بکارگیری توسط پیشینه مدرسان آموزش مهندسی با هر سطحی از توسعه حرفه ای و پیشینه اجرای تأیید شده هماهنگی با مفروضات پداگوژی. هفت توصیه هم برای این بکارگیری شده است [۱۵]:

۱. تدوین طرح درس و مشخص کردن دستاوردهای یادگیری و اهداف درس، بیان فرآیند تدریس، مراحل، فعالیت ها و نحوه ارزیابی آموخته ها.
۲. برقراری ارتباط بین موضوع درس و سایر دروس و مواد درسی در برنامه.
۳. برقراری تعادل بین مطالب نظری و مهارتی (عملی و کاربردی).
۴. تأکید بر یادگیری فعال^۴.
۵. استفاده از روش یادگیری همیاری^۵.
۶. استفاده از روشهای نوین ارزیابی یادگیران.
۷. اقتناع یادگیران به پذیرش مسئولیتشان در تحقق یادگیری.

با توجه به نکات فوق مناسب سازی پداگوژی منتخبی در جهت تحقق اهداف تربیت مهندسان، که بر مبنای آن بتوان محتوای اثربخشی برای دروس دوره های کارشناسی مهندسی رشته های مختلف تدارک دید، کار دشواری بنظر میرسد که مدل غیر خطی مولفه های موثر در معماری آنرا، در سیری تکاملی شاید بتوان بدست آورد. مولفه هائی که در قالب یک سامانه پویا با استفاده از پویائی سامانه ای^۶ دو به دو واجد چهار سطح تعاملی پیش خور مثبت^۷ و پیش خور منفی^۸ و پس خور مثبت^۹ و پس

از پیمایش چارچوب، برای ساده سازی مدل فرایندی اجرا، جمع بندی گردید. این مقاله حاصل اجرای گام اول ای تغییرات، یعنی استخراج چارچوبی چند(شش) بعدی با رعایت پداگوژی، برای تولید محتوای درسی برنامه های آموزشی دوره های کارشناسی آموزش مهندسی است. در گام بعد روشگانی با انطباق این چارچوب با چارچوب بهنجار زکمن برای تلفیق جنبه ها (ابعاد مدل برنامه ریزی) و دیدگاه ها (ابعاد مدل آموزشی) تدوین خواهد شد که در نهایت در گام سوم با تدوین مدل فرایندی، تولید مدل - پایه محتوای درسی، تکمیل خواهد شد [۱۲].

۵ چارچوبی برای تولید محتوای مناسب تحقق اهداف آموزشی و پداگوژی مناسب آموزش مهندس

هر چند همترازی و همسوئی اهداف آموزشی با ویژگیهای فلسفه یاددهی و یادگیری متناسب با آن، واجد مبانی نظری متقنی نیست. اما حتی نگاشت شهودی این دو، گامی به پیش است. هر چند به عقیده گروهی، آموزش دانشجو محور و یادگیری فعال بیشترین پاسخ پیشینه خبرگان، در پاسخ نحوه تعلیم و تعلم مناسب مهندسان، به شکل عام است [۱۳] اما یافتن یا حتی ابداع پداگوژی مناسب یک رشته خاص مهندسی، به شرط مستدل و علمی بودن، خود دستاورد بزرگی میتواند باشد.

امروزه که در تنگنای اثر بخشی ناکافی پداگوژی های آموزشی در عمل، سیلی از عبارات و عناوین - به عنوان راه حل های جایگزین با توصیفات ناکافی که آنها را غیر قابل داوری می کند، نظیر آموزش گفتمانی، آموزش انتقادی، آموزش اجتماعی، آموزش پایدار - به راه افتاده است [۱۴] مروری بر گفتمان های مسلط و معتبر در حوزه پداگوژی میتواند مفید باشد. چهار رویکرد رفتارگرایی، شناخت گرایی، سازاگرایی فردی و سازاگرایی اجتماعی از گذشته تاکنون گفتمان های مسلط حوزه های یادگیری و یاددهی را تشکیل می دهند [۱۵].

رفتارگرایی به عنوان مدلی مدرس محور، با فرض انفعال و شکل پذیری یادگیرنده از طریق تمرین و تکرار و سپس عادت بخشیدن رفتار یادگیرنده را، شکل می دهد. در شناخت گرایی، یادگیرنده با دریافت اطلاعات و نگهداری آن در حافظه کوتاه مدت و سپس انتقال آن به حافظه بلندمدت به شناخت می رسد. سطوح به یاد آوردن، درک، بکارگیری، تحلیل، ارزیابی، ایجاد، فرآیند شناختی را تشکیل می دهند که در هر حوزه دانش چهار بعد: دانش واقعیات، دانش مفهومی، دانش شیوه ها و دانش فرا شناخت را مورد نظر دارد. رویکرد سازاگرایی فردی به عنوان گونه ای از آموزش یادگیر محور، یادگیری را به طور تدریجی ثمره تعامل یادگیرنده با محیط می داند که یادگیرنده از شناخت های پیشین خود برای درونی سازی یادگیری های نو بهره می گیرد. در رویکرد یادگیر محور سازاگرایی اجتماعی، یادگیری

^۱Radcliffe

^۲Problem-based Learning

^۳Fedler

^۴Active Learning

^۵Co-operative Learning

^۶System Dynamic

^۷Positive Feedforward

^۸Negative Feedforward

^۹Positive Feedback



ابعادی مراعی سطوح یادگیری باشد، میتواند بر یادگویی منتخب مناسب سازی شده هم متکی باشد. مثلاً با تکیه بر مدل های رایج مثلاً سطوح یادگیری بلوم - ساندرسون [۱۷] میتوان با نگاشت آن به توانائی های مورد نیاز مهندسان به شکل و اشکال ارائه آموزه های درسی سر و سامان داد. سطوح شش گانه یادگیری این مدل زمینه را برای تحقق تگاشت فوق فراهم می کند. سطوح شش لایه به یاد آوردن، درک کردن، به کار بردن، تحلیل کردن، ارزیابی کردن و خلق کردن [۱۸] صورت توانائی های ارزیابی پذیری مهندسان را در یازده توانائی و دانائی خلاصه می کنند: دانش، آزمایش، طراحی کارگروهی، تجزیه و تحلیل، اخلاق حرفه ای، ارتباطات، مهندسی و جامعه، یادگیری مداوم، روزآمدی و کار با ابزارهای مدرن. گام به گزینی بر مبنای تحقق این توانائی ها ملا قابل قبولی برای تولیدات محتوائی است [۱۹ و ۲۰]

۷ به گزینی کمینه ابعاد بر مبنای کارائی سنجی در تحقق توانائی های مورد نیاز مهندسان

به گزینی کمینه از سبدهای ابعاد، با ملاک تحقق توانائی های مورد نیاز مهندسان که با سطوح یادگیری یادگیرندگان، تطابق داده شده باشد، مسیر پوشائی از اهداف رفتاری قابل تحقق را میتواند بسازد. شش بعد انتخابی برای این چارچوب از سبدهای ابعاد گوناگون، با فرض انتخاب کمینه پوشای ابعاد به شرح زیر برگزیده شده است: بعد بهترین تجارب موجود از سبدهای ابعاد اثربخشی، بعد واحد ها و بدنه های دانشی و بعد پودمان های مهارتی از سبدهای محتوائی، بعد زنجیره های درسی از سبدهای ابعاد ساختاری، بعد الزامات درون رشته ای از سبدهای الزامات رشته ای و بعد ویژگی های دانش آموختگی از سبدهای پروندادی.

به کمک بعد بهترین تجارب موجود، که آموخته ها را با به خدمت می گیرد تا بعد ویژگی های دانش آموختگی که بر سنجش تحقق ارزیابی پذیری اهداف رفتاری استوار است، و چهار بعد میانی که به ساختار و محتوا می پردازند، چارچوبی فراهم میشود که مراعی تحقق بیشینه اهداف رفتاری دوره مهندسی میتواند باشد.

۸ بعد یکم: بهترین تجارب موجود

شکست تعبیر منفعلی از عدم توفیق است. از منظر مدیریت تغییر، که واقع بینانه به گذر زمان نظر می کند و آنرا به رسمیت می شناسد جلوگیری از تکرار این عدم توفیق، عملاً به جبران تبعات پیشین آن منجر می شود. این تعبیر از تجارب پیشین، منفعت بهره گیری از آنها را احیاء کرده و به آن به عنوان بهره گیری از حافظه سازمانی، به آنها برای اقدامات پخته تر آتی،

خورمنفی^{۱۰} میتواند باشند. فرض ما مدلسازی تکراری^{۱۱} و تکاملی^{۱۲} به روش پیچشی^{۱۳} است. بنابراین با چارچوبی کمینه با تعداد پوشائی، معیار به عنوان بعد، شروع به مدل سازی خطی می کنیم و در اجراهای عملی، این ابعاد و پیوندهایشان را استحکام می بخشیم. با این روشگان، در پژوهش های پیشین نگارنده، چارچوب های یک تا پنج بعدی، زد تا زد-۴ جهت تولید زنجیره های درسی مناسب، بکار گرفته است. در این مدل سازی روال تکاملی لحاظ شده و ملاحظات بیشتر، از طریق افزودن ابعاد بعدی، بر حسب مورد به چارچوب پیشین، چارچوب جدید را، به دست داده است. قبل از اشاره به سبدهای الزامی ابعاد، که باید از بین آنها ابعاد مناسب، برای چارچوب منتخب، برگزیده شود فقط به ایرادات عیان روش های رایج تولید دوره و محتوای درسی دروس، اشاره ای مختصری می کنیم.

روش تدوین متمرکز برنامه درسی در واحدهای اداری و ابلاغ دستوری آنها برای اجرا به واحدهای مجری - که خوشبختانه در آستانه فروپاشی در دانشگاه های برتر است - هر چند مزیت یکسانی برنامه و رفع نیاز واحدهای مجری جوان را دارد اما به امکانات محلی و آمایشی دانشگاه های مختلف و سرمایه های فکری مجرب دانشگاه های بزرگ مجری، بی اعتناست. روش گزیده برداری که الگوهای فعلی در دیگر دانشگاه ها را، تکثیر می کند علاوه بر ایراد مناسب سازی نشدن، از آفت نگاه گذشته گرا برخوردار است و به قولی دانشجو را برای دیروز اساتید و نه فردای دانشجویان تربیت می کند. روش استاد کاری که روش مناسب و اثربخشی برای آموزش انفرادی است، در آموزش انبوه دانشجویان، ناکاراست. روش های نوگرائی که به اجرای یادگویی های نو بدون مناسب سازی اجرائی و مضمونی با شاخه های دوره ای و رشته ای می پردازند، نمونه های گسترده توفیق کمی دارند.

۶ ضرورت مدل سازی به کمک چارچوبی چندبعدی با ابعادی مراعی سطوح یادگیری

سبدهای ابعاد چارچوب پیشنهادی را با هدف بیشینه نی پوشائی عوامل، در عناوین زیر میتوان جست: سبدهای محتوائی، سبدهای ساختاری، سبدهای اثر بخشی، سبدهای الزامات رشته ای و درسی و سبدهای پروندادی.

چارچوب چند بعدی راهنمای مولد برنامه و محتوای درسی دوره های کارشناسی آموزش مهندسی در انتخاب ابعاد از بین سبدها چنانچه واجد

^{۱۰} Negative Feedback

^{۱۱} Iterative

^{۱۲} Evolutionary

^{۱۳} Spiral



، در قالب دوره های آموزش مهندسی در آمده است ، الگویی کم رقیب برای ساماندهی آموزه های درسی در درون برنامه های دروس در برنامه های درسی است. به کمک این الگو میتوان به تعادل و تناسب ترکیب آموزه های درسی لازم و کافی ، با وزن دهی به واحدهای دانشی درون آنها ، رسید. واحدهای دانشی لازم در درون رشته های مهندسی شناخته شده و با تغییرات مستمر فناوری ها گونه های روزآمد آن توسط موسسات و پژوهشگران آموزشی در دسترس و حتی در قالب بدنه های دانشی^{۲۲} از سوی نهادهای حرفه ای امروزه تعریف شده اند . نظیر بدنه های دانشی مهندسی نرم افزار^{۲۳} رایانه یا بدنه های دانشی مدیریت پروژه^{۲۴} . دشواری یافتن چیدمان مناسب بدنه های دانشی ، در قالب مدلی وزنی که قابل نگاشت به میزان ساعات درسی لازم ، برای ارائه واحدهای درسی که از دشواریهای این الگو است را به تجربه و با مناسب سازی میتوان تعدیل و بهینه کرد.

۱۰ بعد سوم : پودمان های مهارتی

در آموزش های مهندسی ، مهارت نه یک زینت و افزودنی به مباحث نظری ، بلکه ممیزه کار مهندسی از غیر مهندسی است . در تاویل کمیته مهندسی ، به کاربرد علم در عمل هم ، این تفسیر یافتنی است. دشواری ، یافتن دامنه ها و حوزه های کاندیدای لازم مهارت آموزی ، در هر رشته مهندسی است. دشواری بعدی یافتن راه مناسب تحقق این مهارت در هر پودمان مهارتی است. قالب های رایج تمرین^{۲۵} ، پروژه های درسی^{۲۶} ، کارسوق^{۲۷} ، کارآموزی کارورزی^{۲۸} ، پایان نامه درسی^{۲۹} ، و امروزه شبیه سازی^{۳۰} ، تقلید^{۳۱} ، نمونه سازی^{۳۲} ، طراحی ، ایده پردازی و آینده نگاری از جمله این ابزارند.

نگاشت ابزار مناسب برای تحقق مهارت در هر حوزه دانشی از دیگر دشواری های تدوین برنامه های درسی آموزش مهندسی است که با پژوهش های مستقل و مستمر در هر رشته مهندسی میتوان نمونه های مناسب و اثربخش را شناسایی و در تدوین برنامه های درسی آموزش مهندسی ، ترویج کرد. در تدوین محتوای های مهارتی دروس مهندسی ، به ابزارها و شیوه ای مناسب تحقق مهارت در یادگیرندگان ، با دقت نظرهای

می نگرد. در چارچوب پیشنهادی ما به تجربه های پیشین به عنوان بهترین تجارب^{۱۴} موجود نگاه می شود و آموخته های آن در قالب صورتی پایشی مانع تکرار خطاهای رخ داده و تکرار اعمال اثر بخش پیشین ، در فعالیت های آتی می شود. هر حوزه آموزش مهندسی در بردارنده نمونه هایی از بسیار موفق تا کم توفیق کار ، در اجرا در محیط های گوناگون می باشد که هر یک آموخته هائی دارد که نقاط پایش در این صورت پایشی^{۱۵} ، از آنها بدست می آید. به تجربه میتوان دریافت که اغراق در آمیختن دروس ، از مباحث و فعالیت های مهارتی ، دانشگاه را در حد هنرستان نازل می کند و به عکس گرانباری مباحث نظری ، از مهندس به عنوان سرمایه فکری عامل ، نظریه پرداز می سازد. آموخته های بهترین تجارب موجود به شرط تناسب تا انطباق بر شرایط محیطی که برنامه ریزی آموزشی برای آن قرار است صورت بگیرد ، حتی در مرزهائی کمینه ، گرنه برداری را مجاز و گاه تجویز می کند. تجربه آمیختگی درس و کار عملی در دوره های آموزش مهندسی دانشگاهی نظیر واترلو ، که در دوره هائی به شکل یک ترم درس و یک ترم کار پیاده سازی شده است در دانشگاه تورنتو منجر به دوره های پنج ساله کارشناسی مهندسی با یک سال میانی کاری با هدف تحقق توان مهندس حرفه ای^{۱۶} در دانش آموختگان به اجرا گذاشته شده است. استفاده از نرم افزارهای شبیه ساز محیط کار تجربی تعامل پذیر با فناوری هائی نظیر واقعیت آمیخته^{۱۷} با اتکاء به نمونه های تجربی موفق در آموزش رشته های مهندسی ، روز به روز رو به گسترش است. نرم افزارهای دورکاری گروهی ، قابلیت کم نظیری است که در آستانه کم رنگی کار گروهی ، به علت دشواری اجرا ، مروج گسترش کار گروهی در اجرای تمرینات برنامه های درسی آموزش مهندسی ، شده است. اگر آزمایشگاه رسانه موسسه فناوری ماساچوست^{۱۸} ، سمبل کارهای خلاق در حوزه مهندسی است ، آموخته های آن در آموزش مهندسی ، به کمک برنامه ریزان آموزشی سایر دانشگاه های مهندسی آمده است.

۹ بعد دوم : واحد ها و بدنه های دانشی

واحد ها و بدنه های دانشی^{۱۹} که در کارهای پژوهشی گروه کاری مشترک انجمن ماشینهای رایانشی^{۲۰} و انجمن بین المللی مهندسان الکترونیک و الکترونیک^{۲۱} که بعد از بیش از دو دهه ، امروزه به قامت استانداری ، برای درج محتوای منسجم درسی ، در قالب درس و محتوای دروس متصل

^{۲۲}BOK : Body Of Knowledge

^{۲۳}SEBOK : Software Engineer BOK

^{۲۴}PMBOK : Project Management BOK

^{۲۵}Exercise

^{۲۶}Course Projects

^{۲۷}Workshop

^{۲۸} Internship

^{۲۹} Thesis

^{۳۰}Simulation

^{۳۱}Emulation

^{۳۲}Prototyping

^{۱۴}Best Practices

^{۱۵}Check List

^{۱۶}- PE : Professional Engineer

^{۱۷}Augmented Reality

^{۱۸}MIT Media Lab

^{۱۹}Units and Body of Knowledge

^{۲۰}ACM : Association of Computing Machinery

^{۲۱}- IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers



اجرائی باید توجه شود.

۱۴ اولویت دهی لایه ای و طراحی مدل فرآیندی مدل - پایه تدوین برنامه و محتوای درسی

مدل فرآیندی برای تولید مدل - پایه فرآورده های ذهنی نظیر برنامه ها یا محتواهای درسی ، حتی در گونه های خطی و لایه ای نظیر مدل شش بعدی مورد نظر ما پیچیدگی های فراوان دارد که با طراحی مناسب به رفع تمامی یا برخی از آنها به تدریج پرداخت. اولین دشواری تاثیر دهی لایه ها یا ابعاد بر یکدیگر ، با محتواهای متفاوت از جنس های گوناگون است. مرتب کردن لایه ها و اولویت دهی به آنها که در اثر بخشی شان بسیار موثر است ، گام اول، کاهش پیچیدگی این اقدام است که این توالی به گونه ای نسبتا مستدل به فرض اولویت لایه های پرتاثير اعتنا کند. برای مناسب سازی خروجی های هر لایه یا بعد که به عنوان ورودی لایه بعدی قابل دریافت و اثر بخشی باشد ، از توابع تبدیل شهودی و ساده ای که توان انتقال یافته های لایه قبل به لایه های بعد را داشته باشد، استفاده شده است. با این فرض هر لایه یا بعد ، مناسب است دستاوردهایش برای بیشینه لایه های بعدی قابل دریافت و اثرگذاری باشد. با توجه به نکات فوق صورت اولویت دار شش بعد یا لایه زیر را با ملاحظه فراهم سازی توالی واجد بیشترین اثر بخشی در لایه های بعدی میتوان توالی مناسب لایه ای ابعاد را به ترتیب زیر تعیین و تعاملات این لایه ها را در جدول صفحه بعد خلاصه کرد:

جدول یک - جدول متقاطع نگاشت تاثرات ابعاد مدل تولید محتوای دروس آموزش های دوره های کارشناسی مهندسی بر مبنای جدول فوق ، مدل فرآیندی ، بر اساس اقدامات لازم درج شده در سمت چپ ستونهای جدول تاثيرات ، در قالب مجموعه ای از فعالیت ها شکل میگیرد.

۱۵ پیش نیازها و الزامات توفیق اجرای برنامه های تولیدی مدل - پایه مهندسی

برنامه و محتوای درسی و زنجیره های اتصال دروس ، تنها سناریویی در دست مدرسانی هستند که علاوه بر اشراف به مضامین باید با شیوه های اجرای موفق آشنا و در آن نوآموزی و بازآموزی شوند و در این مسیر سخت افزارها ، نرم افزارها و زنده افزارهای مناسب اجرا ، به موقع در اختیارشان قرار گیرد. شکل گیری هسته های تخصصی پژوهش در آموزش رشته های گوناگون مهندسی در دانشکده های مجری در دانشگاه ها ، مدرسين را از جایگاه عاملین اجرای برنامه های مدون به سطح مدرسان مولف ارتقاء می دهد که این امر میتواند واجد اثر بخشی بیشتر اجرای آموزشهای دوره های کارشناسی مهندسی باشد.

۱۱ بعد چهارم : دروس و زنجیره های درسی

بعد از درج واحدها و بدنه های دانشی لازم ، در محتوای دروس به گونه ای که مراعی ارزش های معنایی هر درس هم باشند ، زنجیره های درسی^{۳۳} که خصلت مهم و غیر قابل حذف برنامه های درسی دوره های آموزش دانشگاهی و بویژه آموزش مهندسی هستند ، لازمست شناسائی شوند . زنجیره های درسی که در قالب شرایط پیش نیازی درسی متجلی می گردند و با تعمیق دانسته ها و تحقق همه جانبه نگری یادگیران به ابعاد هر مسئله ، مدل مورد نظر شکل گیری سطوح ذهنی را محقق می کنند. . انسجام بیشینه لازم در درون دروس و پیوند کمینه لازم بین دروس برای حفظ زنجیره های درسی از الزامات دروس آموزش دانشگاهی است. در غیاب زنجیره های درسی آموزشها به شکل تک درس در آموزشگاه های غیر دانشگاهی بهتر ، سهلتر و ارزاتر قابل آموزش دادن و گرفتن است . با الزام رعایت آن به شکل شروط پیش نیازی دروس در آموزشهای مهندسی دانشگاهی است که دانشجو در ترمهای متوالی با پیمایش زنجیره های درسی به تعمیق دانسته ها و مهارت های خود می پردازد. طراحی زنجیره های درسی ملاحظات شکلی و معنایی مهمی دارد که با طول دوره آموزشی ، رویهم افتادگی کمینه دروس متصل ، انتخاب مناسب دروس آغازین و پایانی هر حلقه یا زنجیره درسی ، نسبت دارد.

۱۲ بعد پنجم : الزامات درون رشته ای

الزامات درون رشته ای امروزه با فهم طیف مفاهیم این حوزه ، از پیشا رشته تا ضد رشته میسر است. این الزامات به مشخصات رشته بر میگردد که سازنده هویت و کارکردهای خاص هر رشته مهندسی است. دوره تغییر محتوا یکی از این ویژگیهاست.

۱۳ بعد ششم : ویژگی های دانش آموختگی

دانش آموختگی در عصر بحران اشتغال، به چند پیشگی و پیشنیاز چند مهارتی ، در تصدی مشاغل منجر شده است که در تدوین برنامه های درسی رشته های مهندسی به ویژه در ادامه تحصیل برای بازار کار یا آموزش و پژوهش دانشگاهی باید لحاظ شود . برنامه اشتغال نیز از بین اسناد بالادستی باید رعایت شود، هر چند تقاضا محوری آموزش عالی ملاحظات و تبعات مهمی دارد که نباید به آنها بی اعتنا بود.

^{۳۳} Course Chains



نگاشت ابعاد به لایه ها و اولویت و تعاملات لایه ای	۱- بهترین تجارب پیشین	۲- ویژگیهای دانش آموختگی	۳- الزامات رشته ای	۴- حوزه ها و بدنه های دانشی	۵- پودمان های مهارتی	۶- دروس و زنجیره های درسی
	۱- بهترین تجارب پیشین	شناسایی تغییرات کمی و کیفی لازم با استناد به تجارب پیشین ، دستاوردهای نو ، نیازها و تغییرات بازار اشتغال ملی و بین الملل جهت به روز سازی لایه های دوالی شش				
۲- ویژگیهای دانش آموختگی	شناسایی تغییرات لازم و مورد نیاز در ویژگی های دانش آموختگان جهت به روز سازی لایه های سه الی شش					
۳- الزامات رشته ای	شناسایی تعاریف و ویژگی های نوین رشته مهندسی مورد نظر جهت به روز سازی لایه های چهار الی شش					
۴- حوزه ها و بدنه های دانشی	غربالگری حوزه ها و بدنه های دانشی جدید رشته جهت به روز سازی لایه های پنج الی شش					
۵- پودمان های مهارتی	غربالگری پودمان های مهارتی جدید مورد نیاز جهت تولید دروس و زنجیره های درسی لازم					

و شهودی متغیر وابسته به مجریان برنامه ریزی درسی ، نیازمند تدقیق و رسمی سازی است که در این مسیر اصالت و اعتبار اجرای این اقدامات قابل سنجش می شود. هرچند گروهی معتقدند از توان نوآوران موردی مجریان میتواند تهی شود. در مسیر این اقدام ، میتوان به بسیاری از ریزه کاریهای اجرائی - هر چند به دشواری - دست یافت. از دستاوردهای این اقدام حتی برای بهبود روال های دستی میتوان بهره گرفت.

۱۸ نتیجه گیری

برای تولید مستدل و مدون برنامه ها و محتواهای آموزشی دوره های آموزش کارشناسی مهندسی ، یک راه حل ، استفاده از روشهای مدل - پایه است که خود دستاوردی مهندسی است. این روشها منجر به غربالگری پس از بهنگامی واحدها و بدنه های دانشی و پومان های مهارتی برای تولید دروس و زنجیره های درسی می شود. نمونه های مدون متعددی از این مدلها ، علیرغم گذشت سالیان ، در رشته های گوناگون مهندسی ، در دسترس نیست. راه تولید ، گسترش پژوهش در آموزش رشته های گوناگون مهندسی و اقدام همیارانه اساتید مجرب - به عنوان سرمایه های فکری - و مدرسان جوان - به عنوان تحول خواهان نوآور - در طراحی بر اساس تجارب و اجرای نوآورانه مبتنی بر توان تجربی و انگیزه های جوانی است. با این روش شاید بتوان از آن هشدار تکان دهنده پژوهشگر ژاپنی بر حذر بود که گفته است :

۱۶ از اجرا به کمک تا اجرا بر پایه ی رایانه ی مدل شش بعدی تولید برنامه درسی

در مسیر استفاده از امکانات رایانشی برای طراحی و تولید مدل - پایه برنامه های درسی تجارب پیشین موجود نشان می دهد به لحاظ ابزاری این امکانات از نمونه ای اولیه اجرا و تولید به کمک رایانه تا تولید و اجرا بر پایه رایانه ، قابل تولید و استفاده است. اما همچون دشواری های عملی بکارگیری فناوری های پیشرفته برای حل مسائل مرکب و پیچیده ، در مورد طراحی ، تولید و اجرای برنامه های درسی ، نیازمند آموزش ، خبرگی و صرف اوقات بیشتر به ازای تحقق احتمالی کیفیت اجرا و اثر بخشی بیشتر این آموزشهاست.

۱۷ محاسن و ایرادات در عمل به استناد تجارب پیشین

از محاسن خودکار و رایانه ای سازی بخشی کمینه تا بیشینه ، از فعالیت های طراحی و تولید برنامه ها محتواهای درسی دوره های آموزشی ، میتوان به لزوم روشن و آشکار سازی دقیق گامهای ریز این فعالیت ها به جهت فراهم کردن امکان رایانه ای سازی آنهاست. برای این کار ، اقدامات تجربی



کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات، پانزدهمین کنفرانس سالانه انجمن کامپیوتر ایران، مرکز توسعه فناوری نیرو (متن)، اردیبهشت ماه ۱۳۸۸.

ما اینک داریم دانشجویانمان را برای گذشته خودمان - اصلاح زمان سپری شده - تربیت می‌کنیم در حالی که باید آنها را برای آینده خودشان - که حتی برآوردی از آن نداریم - تربیت کنیم و این مباد.

مراجع

- [۹] سید ابراهیم ابطحی، زد-۳ (زنجیره های درسی چهار بعدی): رایانش عنوانی برای برنامه تحول در آموزشهای دانشگاهی مهندسی رایانه و فناوری اطلاعات، هفدهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران، دانشگاه صنعتی شریف، اسفند ماه ۱۳۹۰.
- [۱۰] سید ابراهیم ابطحی، زد-۴ (زنجیره های درسی پنج بعدی): چارچوبی راهنما و پیشگیرانه، جهت برپائی ثمربخش و کم آسیب دوره های پسارشته ای کارشناسی علوم و مهندسی رایانش در ایران، هجدهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران، دانشگاه صنعتی شریف، اسفند ماه ۱۳۹۱.
- [۱۱] سید ابراهیم ابطحی، روشگانی برای تولید و بهبود برنامه های درسی میان رشته ای دوره های کارشناسی ارشد آموزش مهندسی در ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۶۴، ۱۳۹۳.
- [۱۲] سید ابراهیم ابطحی، محسن صدیقی مشککانی، محمود رضا هاشمی، طرح پژوهشی بازبینی بهبودطلب دوره های آموزشی دانشگاهی مهندسی فناوری اطلاعات، وزارت عتف، ۱۳۹۲.
- [۱۳] حسین معماریان، نوآوری در آموزش، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۹۲.
- [۱۴] آرین والس، معرفت اجتماعی در جهت جهان پایدار، مترجم حسین یحیی زاده پیر سرابی، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۹۴.
- [۱۵] عباس بازرگان، تجربه های تدریس در آموزش مهندسی، انجمن آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۶.
- [۱۶] کلرمون گوئیته، موریس تاردیف، پداگوژی: علم و هنر یاددهی - یادگیری از دوران باستان تا به امروز (نظریه و کاربرد)، مترجم فریده مشایختشارت سمت، ۱۳۹۲.
- [۱۷] حسین معماریان، ساماندهی راهنمای درس، خبرنامه شماره دوم کرسی یونسکو در آموزش مهندسی در ایران، ۱۳۹۶.
- [۱۸] حسین معماریان، دستاوردهای برنامه کارشناسی آموزش مهندسی، خبرنامه شماره دوم کرسی یونسکو در آموزش مهندسی در ایران، ۱۳۹۶.
- [۱] سید ابراهیم ابطحی، مدلهای یک تا پنج بعدی زنجیره های درسی برای تولید و بازبینی بهبودطلب دوره های آموزش دانشگاهی فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۳.
- [۲] سعید قدیمی، بهزاد محمدی نژاد، شیوه نامه تدوین و بازنگری برنامه درسی، دفتر برنامه ریزی و پشتیبانی آموزش عالی، معاونت آموزشی وزارت عتف، ۱۳۹۰.
- [۳] سید ابراهیم ابطحی، حسین غفاری گرکانی، شایا ضیغمی، طرح ایجاد هنرستانهای کامپیوتر جهت ارائه دیپلم و فوق دیپلم مهارتی کاربرد کامپیوتر، معاونت فنی و حرفه ای وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۱.
- [۴] سید ابراهیم ابطحی، آموزش پیش دانشگاهی انفورماتیک، شرکت صنایع آموزشی، ۱۳۶۹.
- [۵] سید ابراهیم ابطحی، توصیف فراروش، معماری و تشریح پیاده سازی محیطی نرم افزاری برای تولید خودکار محتواهای درسی به کمک رایانه به عنوان خدمتی ارزش افزا برای مدیریت فناوری اطلاعات در محیط های آموزشی، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ۱۳۸۶.
- [۶] سید ابراهیم ابطحی، زد (زنجیره های درسی): الگویی کاربردی برای تهیه برنامه درسی در دوره کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات، دهمین کنفرانس سالانه انجمن کامپیوتر ایران، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، بهمن ماه ۱۳۸۳.
- [۷] سید ابراهیم ابطحی، زد-۱ (زنجیره های درسی دو بعدی): چارچوب و الگویی برای تدوین برنامه های آموزشی و راه اندازی دوره کارشناسی ارشد معماری فناوری اطلاعات، دهمین کنفرانس سالانه انجمن کامپیوتر ایران، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، بهمن ماه ۱۳۸۶.
- [۸] سید ابراهیم ابطحی، زد-۲ (زنجیره های درسی سه بعدی): الگویی پیشنهادی برای تولید چارچوب برنامه های درسی دوره های



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

[۱۹] حسین معماریان ، حرفه مهندسی ، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم ، ۱۳۹۱.

[۲۰] حسین معماریان ، طراحی مهندسی خودآموز ، هدف دار و پروژه محور ، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول ، ۱۳۹۲.