Archive of SID

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

کاربرد مدل‌های شناختی تشخیصی در سنجش آموزش مهندسی

سمیه لیاقت[۱]، زینب لیاقت[۲]، زهرا لیاقت[۳]

[۱] دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، somayeh.liaghat@yahoo.com
[۲] دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه امیرکبیر، zliaghat@yahoo.com
[۳] دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران، z.liaghat@gmail.com

چکیده

سنجش آموزش به هدف ارائه بازخورد و بهبود فرایند یاددهی - یادگیری انجام می‌شود. مدل‌های سنتی سنجش، موقعیت یادگیرنده را در متغیر موردنظر تقریب می‌زند. بنابراین نتیجه یک آزمون، در بهترین حالت، تفسیر نمره نهایی به عنوان میزانی از متغیر که یادگیرنده کسب کرده، خواهد بود. برمبنای نظریه شناختی، تعیین چگونگی استدلال و حل مسئله واقعی یادگیرنده در پاسخ به سؤال‌های آزمون ضروری است. هدف این نوشتار بررسی کاربرد مدل شناختی تشخیصی برای سنجش آموزش مهندسی است. با بررسی ویژگی‌های آموزش مهندسی، مناسبت این مدل برای سنجش آموزش مهندسی تشریح شده است. نویسندگان بر این باورند که با توجه به ماهیت قابلیت‌های مورد سنجش، به‌کارگیری این مدل برای ارائه بازخورد به مدرس و دانشجو، در راستای بهبود کیفیت آموزش و یادگیری اهمیت ویژه دارد. در نهایت مزایا و چالش‌های استفاده از این مدل طرح شده است.

کلمات کلیدی

آموزش مهندسی، قابلیت‌های آموزش مهندسی، مدل سنجش شناختی تشخیصی

۱- مقدمه

تحولات فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی جوامع در دهه‌های اخیر که مبتنی بر جهانی شدن، فناوری اطلاعات و اقتصاد دانش بنیان است، سبب وابستگی رو به رشد جوامع به نوآوری‌های علمی و فناوری شده است. از طرفی حوزه مهندسی نیز به عنوان مؤلفه اصلی برای نوآوری در جامعه فناوری محور، در مسیر تغییرات پرشتاب جهانی، با نیازها و مسائل جدیدی مواجه شده است [۱].

ساختار و ذات فنی آموزش مهندسی آن را به لحاظ محتوا و رویکرد از سایر رشته‌ها متمایز کرده است و دانش‌آموختگان رشته‌های مهندسی می‌توانند نقش مهمی در توسعه‌ی ملی و برآورده ساختن نیازهای کشور ایفا کنند. در عین حال افزایش تعداد دانش‌آموختگان، عدم کسب مهارت‌های لازم در صنعت و بازار کار و ناکارامدی شماری از آن‌ها در پاسخگویی به نیازهای فعلی و آتی این حوزه‌ها و نیز تعداد قابل ملاحظه دانش‌آموختگان فاقد کار، سبب شده تا ارتباط میان گسترش آموزش مهندسی با نیازهای موجود در کشور و کیفیت ارائه آن مورد تردید قرار گیرد.

همچنین مسائلی از قبیل تغییر در مهارت‌ها و دانش مهندسی، رشد سریع فناوری، محیط‌های کاری چندفرهنگی، جهانی شدن آموزش مهندسی و گسترش یادگیری الکترونیکی، اهمیت کیفیت آموزش مهندسی را بیشتر می‌نمایاند[6,11].

بنابراین نیاز به سازکاری برای ارزیابی و اعتبارسنجی کیفیت آموزش مهندسی و ارائه راهکارهای مناسب جهت بهبود نظام آموزشی مورد تأکید قرار گرفته است. سازکاری که تضمین کیفیت عوامل نظام آموزش مهندسی را ارزیابی کرده و بازخورد لازم برای سیاست‌گذاری در جهت بهبود مستمر نظام آموزش مهندسی و صلاحیت دانش‌آموختگان برای عرضه آموزش فراملی فراهم آورد [۱].

از آن جا که سنجش نقش اصلی را به ویژه در حوزه آموزش مهندسی عهده‌دار است [12]، توجه به انتخاب ملاک‌ها و مدل‌های مناسب برای سنجش قابلیت‌های دانش‌آموختگان و دستاوردهای یادگیری، از جمله الزامات تضمین کیفیت آموزش مهندسی است. انتخاب مدل مناسب سنجش می‌تواند امکان ارائه بازخوردهای بهنگام، دقیق و مناسب به یادگیرنده، مدرس و سایر ذی‌نفعان نظام آموزشی را به هدف ایجاد فرصت اصلاح و ارتقای کیفیت فراهم کند.

در عین حال رویکردهای نوین سنجش، بر ارائه بازخورد سازنده به یادگیرنده و اقدام برای اصلاح نقاط ضعف تأکید دارد. بنابراین، انتخاب مدلی متناسب با ملاک‌های حوزه آموزش مهندسی و نیازهای فرایند یاددهی یادگیری، که با ارائه بازخورد به مدرس و دانشجو، تسهیل‌گر فرایند یاددهی یادگیری باشد، ضرورت دارد.

بررسی‌های نویسندگان مقاله نشان داد، علی‌رغم تأکیدهای مکرر مقالات و پژوهش‌های داخلی بر ضرورت تضمین کیفیت و اعتبارسنجی آموزش مهندسی [۵-۲]. تا کنون پژوهش جامعی پیرامون مدل

www.SID.ir

Archive of SID

سنجش آموزش مهندسی کشور که با اهداف یادشده تناسب داشته باشد، صورت نگرفته است. بنابراین مسئله مورد بررسی در این نوشتار، پیشنهاد مدلی برای سنجش آموزش مهندسی است که مسیر دستیابی به اهداف مزبور را هموار سازد.

۲- مروری بر تاریخچه سنجش آموزش مهندسی

از میانه دهه ۱۹۸۰ پاسخ‌گو بودن مؤسسات آموزش عالی به‌طور جدی مطرح و پی‌گیری شد تا آن جا که دانشگاه‌های دولتی امریکا موظف به ارائه سالانه گزارش نمرات مربوط به بروندادِ یادگیری دانشجویان شدند. همزمان گروه‌های اعتبارسنجی تخصصی مهندسی، بروندادِ یادگیری دانشجویان را به عنوان بخشی از فرایند اعتبارسنجی نیاز داشتند. از اواسط دهه ۱۹۹۰ سازمان‌هایی چون انجمن آمریکایی آموزش مهندسی[1] (ASEE) و بنیاد ملی علوم[2] (NSF) ، با انتشار گزارش‌هایی مبنی بر ضرورت اصلاح آموزش مهندسی، این مهم را مورد توجه قرار دادند [9,10]. در پاسخ به این اعلام نیاز جهانی، شورای اعتبارسنجی آموزش مهندسی و فناوری[3] (ABET) در سال ۱۹۹۷ ملاک‌های اعتبار سنجی خود را تحت عنوان EC-2000[4] منتشر کرد. تمرکز این ملاک‌ها از «آن چه آموزش داده می‌شود»، به «آن چه آموخته می‌شود» معطوف گردید. به عبارتی ملاک‌ها بیش از آن که بر مبنای آموزش‌های ارائه شده به دانشجویان باشد، متوجه دستاوردها و دستاوردهای یادگیری است.

علی‌رغم توجه ABET به سنجش و ارزیابی مبتنی بر دستاورد، مؤسسه‌های آموزش مهندسی دانش و تجربه‌ی کمی در این زمینه داشتند. در سال ۱۹۹۷، ABET و ASEE اولین کنفرانس ملی سنجش در آموزش مهندسی را تشکیل دادند. به علاوه در همان سال، موسسه صنعتی Rose-Hulman، سمپوزیوم بهترین فرایند سنجش در آموزش مهندسی را برگزار کرد که تا سال ۲۰۰۷ نیز به طور مداوم برگزار شد. از آن پس سنجش نقشی محوری در آموزش مهندسی یافت [12].

لی و تام[5] اثربخشی هشت روش سنجش آموخته‌های دانشجویان را برمبنای نظر دانشجویان تحصیلات تکمیلی مهندسی بررسی کردند، این روش‌ها عبارتند از: سمینار، آزمون کتاب باز، تکالیف مسأله محور، ارائه‌های کلاسی، آزمون‌های چندگزینه‌ای و تشریحی. نتایج نشان داد دانشجویان روش‌هایی را مناسب‌تر می‌دانند که با نیازهای مربوط به یادگیری و کار آنان هماهنگ‌تر است و به بهبود یادگیری می‌انجامد [13].

تعیین ملاک‌ها و استانداردهای تضمین کیفیت یکی دیگر از جنبه‌های پژوهش در سنجش آموزش مهندسی است. این موضوع در آمریکا سابقه‌ای طولانی دارد، اما سابقه این امر در سایر کشورها به دهه ۱۹۸۰ می‌رسد [۲]. از جمله این اقدامات می‌توان به فعالیت‌های انجام شده توسط شورای اعتبارسنجی آموزش مهندسی و فناوری (ABET)، شبکه اروپایی اعتبارسنجی آموزش مهندسی[6] (ENAEE) و برنامه نوآورانه دانشگاه‌های پیشرو امریکا (CDIO[7]) اشاره کرد. در ادامه کلیاتی درباره این اقدامات بیان می‌شود.

۱. *شورای اعتبارسنجی مهندسی و فناوری*: این شورا معیارهایی برای اعتبارسنجی برنامه‌های مهندسی تعیین کرده است. این ملاک‌ها به منظور تضمین کیفیت و پی‌گیری بهبود مستمر کیفیت آموزش مهندسی که الزامات محیط پویا و رقابتی را برآورده سازد، تدوین شده است.

برمبنای سومین معیار (ملاک مربوط به دستاوردهای برنامه)، برنامه‌های آموزش مهندسی باید مشخص کنند دانشجویان به ده قابلیت دست یافته‌اند. نمونه این قابلیت‌ها عبارتند از: به‌کارگیری دانش علوم، ریاضی و مهندسی؛ قابلیت طراحی یک سیستم، مؤلفه یا فرایند به منظور رفع نیازهای مطلوب مطابق با محدودیت‌های واقع‌بینانه اقتصادی، محیطی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، تندرستی و ایمنی، تولیدپذیری و قابلیت تداوم [20].

۲. *برنامه نوآورانه دانشگاه‌های پیشرو امریکا CDIO*: گروهی از دانشگاه‌های جهان با محوریت دانشگاه ام.آی.تی امریکا، در سال ۲۰۰۰ با هدف تغییر برنامه آموزش مهندسی، دوازده استاندارد برای برنامه‌های آموزشی تدوین کردند. رویکرد این گروه طراحی سرفصل‌های درسی برمبنای کارکردهای ضروری مهندسی بوده است، به گونه‌ای که دانش‌آموختگان بتوانند سیستم‌های مهندسی پیچیده‌ی ارزش افزوده را در محیط مبتنی بر کارگروهی؛ درک، طراحی، پیاده‌سازی و بهره‌برداری کنند.

استاندارد یازدهم این مجموعه، به سنجش مهارت‌های فردی، بین فردی، تولید و ساخت سیستم و دانش تخصصی هر رشته می‌پردازد. سنجش یادگیری دانشجویان، میزان دستیابی هر دانشجو به دستاوردهای تعیین شده یادگیری را اندازه‌گیری می‌کند و برای اثربخش بودن یادگیری، روش‌های متنوع و هماهنگ با دستاوردهای یادگیری را به کار می‌برد. این روش‌ها شامل آزمون‌های نوشتاری و شفاهی، مشاهده عملکرد، مقیاس‌های درجه‌بندی دانشجو، مجلات، تفکر و اندیشه دانشجو، پوشه‌های عملکرد، خودسنجی و سنجش هم‌کلاسی‌ها هستند. همچنین این روش‌ها بیانگر دانش مربوط به حیطه تخصصی، مهارت‌های فردی، بین فردی، مهارت تولید و ساخت سیستم هستند. در استاندارد دوازدهم نیز دادن بازخورد به دانشجو به هدف بهبود مستمر مورد تأکید قرار گرفته است [14].

۳. *شبکه اروپایی اعتبارسنجی آموزش مهندسی*: هدف اصلی پروژه اعتبارسنجی برنامه آموزش مهندسی اروپا (EUR-AC) ایجاد چارچوبی برای اعتبارسنجی برنامه‌های آموزش مهندسی در حوزه آموزش عالی اروپا است. اعتبارسنجی شامل سنجش دوره‌ای آموزش

www.SID.ir

Archive of SID

مهندسی براساس استانداردهای پذیرفته شده است. بر مبنای این پروژه دستاوردهای برنامه برای اعتبارسنجی شامل شش مورد دانش و فهم، تحلیل مهندسی، طراحی مهندسی، پژوهش‌ها، فعالیت‌های مهندسی و مهارت‌های قابل انتقال است [21].

نقطه اشتراک این اقدامات تأکید بر ضرورت و اهمیت توجه به تضمین کیفیت آموزش از طریق سنجش قابلیت‌هاست. همچنین هر سه مورد توجه به سنجش قابلیت‌ها برای رسیدن به این هدف را به روشنی مورد تأکید قرار داده‌اند. تمایز این سه گروه در انتخاب ملاک یا استاندارد برای مقاصد مزبور است.

۳- روش‌های سنجش در آموزش مهندسی

روش‌های سنجش در آموزش مهندسی مشتمل بر دو رویکرد اصلی توصیفی[۸] و تجربی[۹] است. در مطالعات توصیفی که اغلب برای توصیف وضعیت فعلی به کار می‌روند، از هر سه روش کیفی، کمی و آمیخته (ترکیبی) استفاده می‌شود. در عین حال در رویکرد تجربی معمولا از روش‌های کمی استفاده می‌شود و چگونگی تغییرات حاصل از یک مداخله، آزمون می‌شود [12].

الدز[۱۰] و همکاران نیز در بررسی خود روش‌های سنجش آموزش (و پژوهش) مهندسی را در یک تقسیم‌بندی کلی شامل پیمایش، مصاحبه، مصاحبه با گروه‌های کانونی، تحلیل گفتمان، مشاهده و قوم‌نگاری دانسته‌اند. آنان تأکید کردند که واژه سنجش را دارای مفهومی گسترده‌تر از سنجش آموخته‌ها مدنظر قرار دادند [12].

۴- مسئله بازخورد در آموزش مهندسی

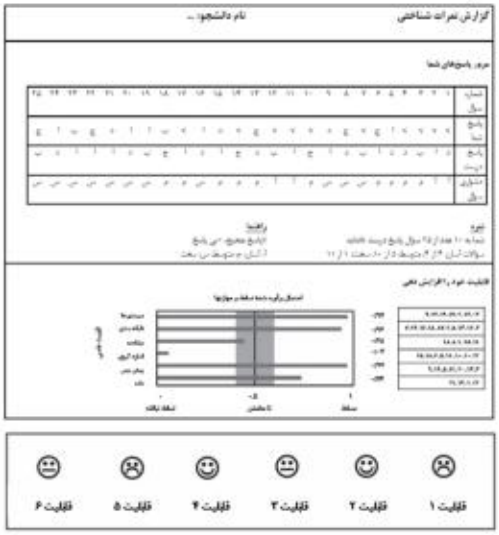
یکی از چالش‌های پیش روی آموزش عالی ارائه بازخورد به دانشجو و تبدیل آن به «تمرینی با تأثیر مثبت و پایدار بر یادگیری» است [15]. بدین منظور پیشنهاد شده است که ارائه بازخورد محور برنامه درسی باشد و قضاوت دانشجویان را تصحیح کند [16].

بازخوردی که بیش از نمره، بر رشد و پیشرفت دانشجو تأکید می‌کند، نسبت به بازخوردی که برای دانشجو معنادار نیست، با احتمال بیشتری به پیشرفت یادگیری می‌انجامد [17].

پژوهش‌های اخیر، نشان داده تعبیر و تفسیر کردن بازخوردها (در بازخوردهای نوشتاری که با توضیح شفاهی همراه نیست) برای دانشجویان دشوار است، اما گفتگو و بحث پیرامون بازخورد به تفسیر آن کمک کرده و سودمندی‌اش را افزایش می‌دهد. وقتی سودمندی زودهنگام بازخورد روشن باشد، دانشجویان انگیزه بیشتری برای استفاده از آن خواهند داشت. اگر بازخورد نسبت به طرح اولیه در تکالیف درسی ارائه شود، دانشجویان هدف بازخورد را برای انجام هرچه بهتر تکالیف بعدی مفید دانسته و می‌توانند بازخورد را برای بهبود محصول نهایی، بلافاصله به کار برند [18].

ارائه بازخورد به صورت نیم‌رخی شناختی تشخیصی از نقاط قوت و ضعف دانشجویان یکی از ویژگی‌های بارز و مهم سنجش شناختی تشخیصی است. این مدل سنجش، عملکرد یادگیرنده در آزمون را برحسب فرایندهای پاسخ یا فرایندهای حل مسئله، تحلیل می‌کند و بنابراین امکان تعیین نقاط قوت و ضعف دانشجو را در حیطه مورد نظر فراهم می‌کند. استفاده ازین مدل در آزمون‌سازی و سنجش قابلیت‌های دانشجویان مهندسی امکان ارائه بازخورد شناختی تشخیصی از نقاط قوت و ضعف دانشجویان در قابلیت‌های موردنظر را فراهم می‌سازد و بهترین راهبردهای تمرین برای دانشجو را تعیین می‌کند.

شکل‌های ۱ و ۲ نمونه‌هایی از بازخوردهای ارائه شده به دانشجو توسط مدل‌های شناختی تشخیصی را نمایش می‌دهد. همچنان که شکل ۲ نشان می‌دهد، امکان ارائه بازخورد توصیفی توسط این مدل فراهم است.



شکل (۱): نمونه گزارش بازخورد تشخیصی برای دانشجو [16]

در شکل ۲، نمونه یک گزارش بازخورد توصیفی/روائی به دانشجو درباره حل دستگاه معادلات قابل مشاهده است.

سوال‌هایی که شما در این ارزشیابی پاسخ داده‌اید نیم‌رخی متمایز از آن چه را که می‌توانید در این مقطع از زمان انجام دهید، به ما نشان می‌دهد. نتایج ب. قطعیتی نسبی نشان می‌دهد که شما می‌توانید قضایا و تعاریف اصلی را به کار برید (قابلیت ۲) و دستگاه معادلات داده شده یا معادلاتی که در حل مسئله به آن رسیده‌اید، را حل کنید (قابلیت ۴)، این بسیار خوب است!
همچنین نتایج نشان می‌دهند که تبدیل متن سوال به مجموعهٔ منفصلی از معادلات ریاضی (قابلیت ۳) و برقراری ارتباط معنی‌دار با این اطلاعات (فهمیدن این اطلاعات) در نوشتار برای شما دشوار است (قابلیت ۵). در این قسمت شما نیاز به تمرین بیشتری دارید!

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد شما اطلاعات متناقضی درباره توانایی شما در تفسیر شکل‌ها و نمودارها (قابلیت ۳) و توانایی شما در ساختن سوالات متنی که شامل حل دستگاه معادلات گوناگون می‌شود (قابلیت ۶)، می‌دهد. در بعضی موارد شما توانسته‌اید به سوالات مذکور به درستی پاسخ دهید در صورتی که در بقیه موارد پاسخ اشتباه داده‌اید، بنابراین ما نمی‌توانیم درباره توانایی واقعی شما در این موارد نظر قطعی بدهیم. پس توصیه می‌شود که این خطوط را مرور کرده و به طور جزئی‌تر جنبه‌هایی که در آن مشکل دارید را پیدا کنید. همچنین می‌توانید در این موارد تمرین بیشتری انجام دهید.

شکل (۲): نمونه گزارش بازخورد تشخیصی روانی برای دانشجو [16]

۵- مدل سنجش شناختی تشخیصی

بنابرآن چه تاکنون بیان شد، مدل سنجش شناختی تشخیصی می‌تواند به عنوان مدلی هماهنگ با الزامات سنجش در آموزش مهندسی به کار رود. این مدل به هدف تشخیص نقاط قوت و ضعف دانشجو در یک حوزه محتوایی مشخص مانند (طراحی و تحلیل الگوریتم)، بهترین راهبردهای تمرین در جهت افزایش قابلیت دانشجو در آن زمینه را تعیین می‌کند.

با طراحی و تحلیل مناسب آزمون بر اساس این مدل، می‌توان نیمرخی تفکیک کننده از قابلیت‌های مدنظر (مثلاً راه حل‌های مختلف حل مسائل الگوریتم) را ترسیم کرد. این نیمرخ به مدرسان، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران و سایر ذی‌نفعان آموزش مهندسی کمک می‌کند تا درباره ایجاد مداخلات آموزشی بهینه برای یک دانشجو (و سایر دانشجویانی که وضعیتی مشابه او دارند)، تصمیم بگیرند. در واقع سنجش تشخیصی، برای تصمیم‌گیری های مبتنی بر طبقه‌بندی نیز کاربرد دارد.

سنجش شناختی تشخیصی بر مبنای ویژگی‌های زیر طراحی می‌شود:

۱. موضوع مورد سنجش؛ می‌تواند فرد (دانشجو)، گروه (دانش‌آموختگان یک رشته) یا مؤسسه (پردیس) باشد.
۲. موضوع مورد تصمیم‌گیری: بسته به کاربرد آن، تنوع دارد. با موضوع مورد سنجش لزوما یکی نیست (سنجش دانش‌آموختگان برای تصمیم‌گیری درباره برنامه آموزشی)
۳. زمان تصمیم‌گیری: تصمیم‌گیری می‌تواند درباره گذشته (تعیین سطح گروه آموزش برای دوره چند ساله)، حال (تعیین قبول/رد شدن دانشجو در یک واحد درسی)، یا آینده (انتخاب دانش‌آموختگان دارای توانایی بالقوه بالا برای صنعت و بازار کار و یا اعطای بورس تحصیلی) باشد.
۴. هدف سنجش: برحسب این که منافع چه کسی اولویت دارد، فرد یا گروه و تعیین این که کدام یک از جنبه‌های قابلیت‌های فرد مهم‌ترند.
۵. روش سنجش: انتخاب آن به تصمیم‌گیرنده (مدرس، مشاهده‌گر بیرونی)، میزان استاندارد بودن روش‌ها (سؤال‌های تشریحی)، نوع داده‌هایی که فراهم می‌شود (پاسخ کمی، توصیف کیفی) بستگی دارد.
۶. نوع مداخلات؛ مشتمل است بر انتخاب نمونه اولیه (مثلاً استخدام مهندسان جدید)، اصلاح کردن/ حمایت
۷. قدرت تمایز و تفکیک قائل شدن میان عوامل: تفاوت‌های موجود میان موضوع مورد سنجش، موضوع مورد تصمیم‌گیری و تصمیم گیرندگان (نمونه: دانشجو بخواهد برمبنای بازخوردی که دریافت کرده درباره ادامه تحصیل در رشته خاصی تصمیم بگیرد و یا درباره نتایج آزمون نظام مهندسی برای اعطای پروانه اشتغال به کار در رشته عمران تصمیم‌گیری شود) [7].

بنابراین مدرس (یا مؤسسه/مجری) بر مبنای موارد مزبور درباره طرح سنجش تصمیم می‌گیرد.

سنجش باکیفیت، اطلاعات کاربردی مناسبی برای حرکت روبه جلوی مدرسان فراهم می‌کند. از طرفی تهیه طرح اولیه به دقت تحلیل‌ها و کیفیت بالای نتایج آزمون کمک می‌کند. پس برای تهیه طرح اولیه سنجش شناختی تشخیصی لازم است مدرس ابتدا اهداف سنجش را تعیین کند، سپس قابلیت‌های مرتبط با آن اهداف را تعیین کند و در نهایت براساس این دو، سؤال‌های آزمون را طراحی کند.

پس از طراحی سؤال‌ها، ماتریسی به نام ماتریس Q (مانند جدول ۱) برای تعیین قابلیت‌های هر سؤال، تهیه می‌شود. ستون‌های این ماتریس قابلیت‌هایی که برای دادن پاسخ صحیح به سؤال‌های آزمون لازم است، را نشان می‌دهد و سطرها مشتمل بر سؤال‌هاست. ۱ نشان می‌دهد آن قابلیت توسط سؤالی اندازه‌گیری می‌شود و ۰ نشان می‌دهد آن قابلیت توسط سؤالی اندازه‌گیری نمی‌شود. در نمونه زیر سؤال ۱ فقط یک قابلیت را می‌سنجد در حالی که پاسخ دادن صحیح به سؤال ۷، مستلزم داشتن سه قابلیت است.

جدول(۱): نمونه ماتریس Q

	قابلیت ۱	قابلیت ۲	قابلیت ۳	قابلیت ۴
سوال ۱	۰	۰	۰	۱
سوال ۲	۰	۰	۰	۱
سوال ۳	۱	۰	۰	۱
سوال ۴	۱	۱	۱	۱
سوال ۵	۱	۰	۰	۰
سوال ۶	۰	۱	۰	۱
سوال ۷	۱	۱	۱	۰

پس از اجرای آزمون، پاسخ‌های آزمون‌شوندگان برمبنای قابلیت‌های هر سؤال تحلیل می‌شود. برای روشن شدن بحث دو نمونه مهارت‌ها برای درس پایگاه داده‌ها (رشته نرم‌افزار) و درس استاتیک (رشته عمران) ارائه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه سؤال آزمون پایگاه داده‌ها با توجه به مدل ER، نمودار سیستم آموزشی یک دانشکده را ترسیم کنید.
مهارت‌های لازم برای دادن پاسخ صحیح به سؤال: دانشجو بتواند،
مفهوم مدل ادراکی ER را بشناسد
موجودیت-های سیستم و ارتباط میان آن-ها را تشخیص دهد.
صفات هر موجودیت و نوع هر صفت را تشخیص دهد.
صفت کلیدی هر موجودیت را تشخیص دهد.
درجه، نوع اتصال و تعداد ارتباط میان موجودیت-ها را تشخیص دهد.
چنانچه وابستگی وجودی یا اشتراک صفت میان موجودیت-ها وجود دارد آن را در نمودار لحاظ کند.
عناصر نمودار ER را مطابق با تعاریف به درستی به کار گیرد.

شکل (۳): نمونه سؤال آزمون درس پایگاه داده‌ها

برای طراحی آزمون‌های استاندارد و کلان مقیاس[11] (مانند آزمون نظام مهندسی)، لازم است طرحی دقیق‌تر برای سنجش تهیه شود تا کفایت نتایج و دقت و اعتبار آن‌ها را تضمین کند. به این منظور مراحل زیر مدنظر قرار می‌گیرد:

۱. تعیین اهداف اندازه گیری
۲. تعیین ویژگی‌های مرتبط با حیطه آزمون
۳. ساخت مدلی شناختی از عملکرد آزمون
۴. ساخت نمونه سؤال‌ها بر مبنای مدل شناختی
۵. ارزیابی تجربی مدل شناختی توسط آزمون‌های اجرا شده
۶. تشکیل بانک سؤال‌های دارای پیچیدگی شناختی [7]

نمونه سؤال آزمون استاتیک عکس‌العمل-ها و نیروهای داخلی اعضای یک خربا را به دست آورید.
برای پاسخ به سوال فوق باید بتواند:
مفهوم نیرو را بشناسد
نقطه اثر نیرو را بشناسد
راستای نیرو را تشخیص دهد
مجموع نیروهای قائم و افقی را محاسبه کند و معادل صفر قرار دهد
مفهوم گشتاور (ممان) را بشناسد
مفهوم تکیه‌گاه را بشناسد
گشتاور را نسبت به تکیه-گاه-هایی که گیردار نیست محاسبه کند و معادل صفر قرار دهد
مفهوم گره را بشناسد
مفهوم نیروهای داخلی را بشناسد
نیروهای داخلی وارد بر هر گره را مشخص کند
مجموع نیروهای وارد بر هر گره را محاسبه کند

شکل (۴): نمونه سوال آزمون درس استاتیک

متخصصان اذعان داشته‌اند طراحی، اجرا و تفسیر موفق سنجش تشخیصی، دشوار و چالش برانگیز است و در مطالعات کلان مقیاس، چنین تلاش‌هایی نیازمند همکاری مستمر متخصصان حوزه مهندسی، سنجش و ذی‌نفعان است. به عنوان نمونه، اگر هدف ایجاد ابزاری برای سنجش یادگیری برخط دانش کاربردی قوانین استاتیک با استفاده از محیط مبتنی بر شبیه‌سازی باشد، گروه مورد نظر باید شامل مدرس استاتیک، متخصصان آموزش مهندسی، مهندسان نرم‌افزار، متخصص سنجش و سیاست‌گذاران باشد.

برای طراحی سنجش شناختی تشخیصی، دو چارچوب پیشنهاد شده است: چارچوب نظام طراحی شناختی[11] (CDS) که امبرتسون[12] و همکاران پیشنهاد کردند و چارچوب طراحی مبتنی بر شواهد[13] (ECD) که توسط میسلوی[14] و همکاران پیشنهاد شد[7,8].

چارچوب CDS، ساختاری است مبتنی بر داده‌های کمی و مدل نظری زیربنایی متغیر مورد سنجش، اما چارچوب ECD برای مدل‌هایی طراحی شده که عموماً مستقل از سازه مورد سنجش هستند و در آن‌ها از توصیف روائی (اطلاعات کیفی) استفاده می‌شود. شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب نمونه اطلاعات کیفی و کمی حاصل از سنجش شناختی تشخیصی هستند[15].

۶- کاربرد سنجش تشخیصی شناختی برای تصمیم‌گیری در آموزش مهندسی

تصمیم‌گیری درباره دانشجویان و دانش‌آموختگان به هدف جایابی، اعطای مدرک و ... از جمله اهداف مهم سنجش در هر سطح و حوزه‌ای است. در آموزش مهندسی نیز با توجه به اهمیت مدارک و سطح‌بندی دانش‌آموختگان به ویژه و دانشجویان، تشخیص و تصمیم‌گیری درباره موارد مزبور اهمیت دارد.

از جمله مزایای مدل‌های سنجش شناختی تشخیصی، برآورده کردن نیاز به طبقه‌بندی و تفسیر درباره قابلیت‌های آزمودنی است. اگر نظام آموزشی در سطح کلان یا خرد، نیازمند طبقه‌بندی و تصمیم‌گیری درباره باشد، لازم است طرح اندازه گیری و اجرای آن، به تفسیرهای معنی‌دار درباره آزمودنی منتهی شود. همچنین بنابر یافته‌های پژوهشی هنگامی سنجش موجب ارتقای یادگیری می‌شود که دانشجو بتواند:

۱. ملاک‌های قضاوت تکالیفش را بفهمد.
۲. سطح فعلی و سطح مطلوب پیشرفت خود را بشناسد.
۳. اطلاعاتی درباره شکاف میان این دو سطح مطلوب و فعلی و چگونگی برطرف کردن آن بدست آورد.
۴. از اطلاعات برای برطرف کردن این شکاف استفاده کند [19].

اگر چه بازخوردهای حاصل از به‌کارگیری مدل تشخیصی شناختی، برای مورد ۱ و ۲ مفید است، رفع ابهام موجود در متن گزارش بازخورد با راهنمایی مدرس توسط گفت و گو و ... ممکن خواهد شد. بنابراین حتا در شرایطی که سنجش به هدف تصمیم‌گیری توسط مدرس و مؤسسه آموزشی انجام می‌شود، حمایت کردن دانشجو و یاری رساندن به او برای طی کردن گام‌های مذکور باید مدنظر قرار گیرد.

۷- نتیجه‌گیری

تحولات اخیر در ابعاد مختلف جوامع، آموزش عالی و به ویژه آموزش مهندسی را تحت تأثیر قرار داده است و موجب توسعه کمی آن شده

www.SID.ir

Archive of SID

است. در مقابل، ذی‌نفعان نظام آموزش مهندسی، توجه به کیفیت برنامه‌ها و دستاوردهای یادگیری در این حوزه را مورد تأکید قرار داده‌اند. لازمه‌ی تضمین کیفیت؛ اعتبارسنجی و به تبع آن استفاده از روش‌های سنجش دانشجویان/ دانش‌آموختگان است. بنابراین معرفی و پیشنهاد مدل متناسب با اهداف سنجش آموزش مهندسی مورد توجه نویسندگان قرار گرفت؛ مدلی که بتواند نیازهای اطلاعاتی ذی‌نفعان نظام را برآورده سازد و تسهیل‌گر فرایند تصمیم‌گیری، بهبود مستمر و تضمین کیفیت باشد.

همچنین ویژگی‌های بافتی آموزش مهندسی و نوع قابلیت‌های مورد انتظار از دانش‌آموختگان، اهداف متمایزی برای سنجش دستاوردهای یادگیری تعیین می‌کند. در این نوشتار با اشاره به تلاش‌های مؤسسه‌های بین‌المللی، برای تدوین ملاک‌ها و استانداردهای آموزش مهندسی، اهمیت این ملاک‌ها ازسویی و محوریت بازخورد در بهبود یادگیری از دیگر سو مد نظر قرار گرفت.

سپس با معرفی ویژگی‌های مدل شناختی تشخیصی و بررسی تناسب آن با موارد مزبور و سنجش اثربخش در حیطه مورد بحث، این مدل به عنوان مدلی مناسب در راستای برآوردن الزامات سنجش مهندسی، معرفی شد. در ادامه با ذکر چند نمونه از قابلیت‌ها، مراحل و بازخوردهای حاصل از این مدل سنجش در رشته‌های مهندسی نرم افزار و عمران، تلاش شد مدل موردنظر، نوع داده‌ها و تحلیل‌های حاصل از آن تشریح شود.

در مجموع سنجش شناختی تشخیصی برای آموزش مهندسی، مزایای زیر را به همراه دارد:

- تأکید بر سنجش قابلیت‌ها به عنوان دستاورد یادگیری
- آگاه شدن دانشجو از ملاک‌ها و انتظارات مدرس
- آگاه شدن دانشجو از شکاف میان سطح فعلی و سطح مطلوب
- قابلیت اجرا در مراحل و سطوح مختلف دوره های آموزش
- تأمین دقت و اعتبار نتایج و تصمیمات برای کاربرد در آزمون‌های کلان مقیاس اعطای گواهی نامه و مدارک
- ارائه بازخورد درباره نقاط قوت/ ضعف یادگیری به مدرس و ذی‌نفعان
- امکان ارائه و تحلیل هر دو نوع داده‌های کیفی و کمی
- تأثیر طراحی آزمون بر مدرس

در عین حال طراحی و اجرای این مدل با مسائل و چالش‌هایی از جمله پیچیدگی و زمان‌بر بودن مراحل طراحی و اجرا روبروست.

پیشنهادات

- پیشنهاد طراحی آزمون‌های استاندارد بر مبنای سنجش شناختی-تشخیصی برای دروس پایه و مشترک دوره‌های کارشناسی
- پیشنهاد برگزاری دوره‌های دانش‌افزایی طراحی، اجرا و تفسیر سنجش شناختی تشخیصی برای مدرسان

مراجع

[۱] بازرگان، عباس، ۱۳۸۸. "ظرفیت‌سازی برای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در ایران: ضرورت ملی و فرصت‌سازی برای عرضه آموزش مهندسی فراملی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۴۳، صص. ۲۹-۳۸.

[۲] بازرگان، عباس، ۱۳۹۱. "از ارزیابی بوروکراتیک و رتبه‌بندی تا مشارکت در بهبود کیفیت و اعتبارسنجی در نظام آموزش مهندسی در ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۵۴، صص. ۵۶- ۴۳.

[۳] مطهری‌نژاد، حسین، قلی‌قورچیان، نادر، جعفری، پریوش، یعقوبی، محمود، ۱۳۹۱. "استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در ایران: رویکردی جهانی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۵۴، صص.۴۲- ۲۱.

[۴] معماریان، حسین، ۱۳۹۰. "نهضت جهانی ارزشیابی آموزش مهندسی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۵۰، صص.۳۱- ۱.

[۵] معماریان، حسین، ۱۳۹۰. "فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۵۰، صص.۶۱ – ۳۳.

[6] National Academy of Engineering, 1995. Engineering Education — Designing an Adaptive System. National Academy Press., Washington. DC.

[7] Rupp, A. A. and Templin, J. L. and Henson, R. A. 2010 . Diagnostic measurement: Theory, methods and applications. New York. The Guilford Press.

[8] Leighton, J. p., and GIERL, M. J., 2007, Cognitive Diagnostic Assessment for Education Theory and Applications , Cambridge University Press,New ,York.

[9] Augustine, N. and Vest, C., 1994, "Engineering Education for A Changing World", Joint Project by the Engineering Deans Council and the Corporate Roundtable of the American Society for Engineering Education, ASEE.

[10] NSF, 1995, "Restructuring Engineering Education: A Focus on Change, Division of Undergraduate Education, Directorate for Education and Human Resources", National Science Foundation.

[11] Patil, A., and Codner, G., 2007. "Accreditation of engineering education: Review, observations and proposal for global accreditation". European Journal of Engineering Education, 32(6), PP. 639-651.

[12] Olds, B. M., Moskal, B. M. and Miller, R. L., 2005. "Assessment in Engineering Education: Evolution, Approaches and Future Collaborations". Journal of Engineering Education, 94(1), January, p. 13–24.

[13] Le , KN., and Tam, VWY., 2007. " A survey on effective assessment methods to enhance student learning". Australasian Journal of Engineering Education, 13(2), pp. 13-20.

[14] Crawley, E., Malmqvist , J., Lucas, W., Brodeur D., 2011. " The CDIO Syllabus v2.0 An Updated Statement of Goals for Engineering Education". International CDIO Conference, June, pp. 2,13.

www.SID.ir

Archive of SID

[15] Boud, D. J., and Falchikov, N., 2006. "Aligning assessment with long-term learning." Assessment and Evaluation in Higher Education, 31(4), pp. 399-413.
[16] Boud, D. J., and Molloy, E., 2012. "Rethinking models of feedback for learning: The challenge of design". Assessment and Evaluation in Higher Education, 38(6), May, pp. 698-712.
[17] Gibbs, G., and Simpson, C., 2004, "Conditions under which assessment supports students' learning". Learning and Teaching in Higher Education, 1 (1), pp. 3-31.
[18] Price, M., Handley, K., Millar, J., and O'Donovan, B., 2010. "Feedback: All that effort, but what is the effect?" Assessment & Evaluation in Higher Education, 35(3), pp. 277-289.
[19] Black, P., and Wiliam, D., 1998. "Assessment and classroom learning". Assessment in Education: Principles, Policy and Practice, 5(1), pp. 7-74.
[20] ABET ,2009. Criteria For accreditation engineering programs: Effective for the evaluation during the 2010-2011 accreditation cycle, Engineering Accreditation Commission. American Board of Engineering and Technology. Available at: www.abet.org (accessed on Sep 2013).
[21] ENAEE Administrative Council, 2008. EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes. Available at: www.enaee.org (accessed on Sep 2013).

زیرنویس‌ها

[1] American Society for Engineering Education
[2] National Science Foundation
[3] Accreditation Board for Engineering and Technology
[4] Engineering Criteria 2000
[5] Le and Tam
[6] European Network for Accreditation of Engineering Education
[7] Conceive-Design-Implement-Operate
[8] Descriptive
[9] Experimental
[10] Olds
[11] Large Scale
[12] Cognitive Design System (CDS) Framework
[13] Susan Embretson
[14] Evidence-Centered Design (ECD) Framework
[15] Robert Mislevy
[۱۶] انتخاب رویکرد‌اچارچوب مدل، بحثی تخصصی در حوزه اندازه‌گیری است لذا از تشریح آن صرف‌نظر شد. خواننده علاقمند می‌تواند به مرجع ۱۹ مراجعه کند.

www.SID.ir