فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هجدهم، شماره ۷۲، زمستان ۱۳۹۵، صص. ۴۳-۲۳

توسعهٔ شاخص ارزیابی کیفی آموزش مهندسی با در نظر گرفتن عدم قطعیتها

محمد کارآموز [۱]، پانیذ محمدپور [۲] و زهرا زحمتکش [۳]

چکیده: دانشجویان سرمایه‌های انسانی جامعه برای رشد و توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی و صنعتی هستند. دراین‌میان، نقش دانشگاه به‌عنوان محیط اصلی رشد و اعضای هیئت‌علمی برای ایجاد انگیزه و هدایت دانشجویان در طول مسیر سازندگی آنها غیرقابل‌انکار است. هدف از این مطالعه، بررسی نقش آموزش مهندسی و بهبود آن در وضعیت کیفی آموزشی، تربیتی و تحصیلی دانشجویان است. بدین منظور، تعاریف پایهٔ مطرح در این زمینه بررسی و ارائه شده‌اند. سپس، عوامل مهمی که در قالب آنها کیفیت فردی و علمی یک دانشجو شکل می‌گیرد و در زمینهٔ ارتقاء کیفیت آموزش و تحصیل دانشجویان مؤثرند، شناسایی، وزن‌دهی و رتبه‌بندی شده‌اند. وزن‌دهی عوامل بر اساس نظر کارشناسی صورت گرفت. سپس، شاخصی برای کمّی کردن نقش آموزش مهندسی در تربیت و تحصیل دانشجویان ارائه و برای تعدادی از دانشگاههای جامع و مهندسی در سطح کشور در رشتهٔ مهندسی عمران در مقطع کارشناسی به‌عنوان مورد مطالعاتی پیاده‌سازی شده است. از این روی، از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره (**MCDM**) از نوع چندشاخصه، استفاده شده است. در ادامه، تأثیر عدم قطعیتهای موجود در تعیین عوامل مؤثر در آموزش مهندسی با استفاده از یک روش بر پایهٔ زنجیرهٔ ماکوف (**Marcov Chain**) مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، گسترهٔ محتمل برای تغییرات شاخص ارائه‌شده به‌منظور ارزیابی کیفی آموزش مهندسی تعیین شد. مقدار شاخص توسعه‌داده‌شده برای ۴ دانشگاه موردمطالعه در این تحقیق به‌ترتیب ۰/۶۳، ۰/۵۵، ۰/۶۲ و ۰/۴۷ به‌دست آمد. نتایج این مطالعه حاکی از اهمیت (وزن) قابل‌توجه عواملی همچون شرایط محیطی و امکانات زیرساختی، اندرکنش با استاد و شرایط شخصی/ هدفمندی دانشجو در کیفیت آموزش مهندسی و لزوم توجه بیشتر به این گونه عوامل برای بهبود کیفی آموزش است.

واژه‌های کلیدی: آموزش مهندسی، مهندسی عمران، توسعهٔ شاخص کیفیت آموزش، تصمیم‌گیری چندمعیاره، تحلیل عدم قطعیت

---

۱. استاد دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکدههای فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). karamouz@ut.ac.ir
۲. کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، پردیس دانشکدههای فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. P.mohamadpour93@ut.ac.ir
۳. دکتری، دانشکده عمران، پردیس دانشکدههای فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. zahrazahmatkesh@ut.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۲/۷)
(پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۹/۱۵)
DOI: 10.22047/ijee.2016.40797

۱. مقدمه

آموزش مهندسی به‌صورت فعالیت تعلیم علم و تدریس اصول مربوط به آن، به عملکرد حرفه‌ای مهندسی تعریف می‌شود. این تعریف شامل آموزش اولیه برای تبدیل شدن به یک مهندس و هر گونه آموزش پیشرفته و تخصصی است که به دنبال آن می‌آید. لزوم پرداختن به آموزش مهندسی در دنیای امروز به‌قدری زیاد است که در برخی دانشگاههای مطرح دنیا مانند ویرجینیا تک[1] و پردو[2]، یک بخش دانشگاهی به این عنوان نام‌گذاری شده است (http://www.enge.vt.edu). آموزش مهندسی در دانشگاهها موضوع بسیار مهمی است که اثرگذاری بسیار وسیعی در دیگر نهادها و بخشهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی جامعه دارد. نظام آموزش عالی در همهٔ جوامع با تربیت تخصصی افراد به‌ویژه باتوجه‌به نقش آموزش مهندسی، مدیران و راهبران جامعه را در همهٔ بخشها آماده می‌سازد (Azizi and Lasonen, 2009). برای اصلاح مداوم نظام دانشگاهی، ارزیابی کیفیت آموزش ضروری است (پازارگادی، ۱۳۷۷). ارزیابی دانشجویان از کیفیت تدریس نتایج مفیدی را برای تصمیم‌گیریهای اساسی نظیر بازخورد تشخیصی به دانشکده‌ها دربارهٔ عملکرد استادان، انتخاب و گزینش استادان باظرفیت و برجسته و استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده برای راهنمایی دانشجویان در انتخاب درسها با استادانی، که از شایستگی علمی برخوردارند، در اختیار مسئولان نظام آموزشی قرار می‌دهد (ذوالفقار و مهرمحمدی, ۱۳۸۲). موسکال[3] و دیگران (۲۰۰۲) به توصیف دو مفهوم کلیدی اندازه‌گیری صحت[4] و اطمینان‌پذیری پرداختند و همچنین نشان دادند که این مفاهیم چگونه می‌توانند برای پیشرفت ارزیابی آموزش مهندسی مورد استفاده قرار گیرند.

هدف اصلی آموزش مهندسی تربیت نیروهای متخصص است. نیروی انسانی بزرگ‌ترین سرمایهٔ هر کشور محسوب می‌شود. این سرمایهٔ باارزش می‌تواند با پرورش و بهره‌گیری مؤثر فکری و جسمی، پایه‌های اقتصاد کشور را دگرگون ساخته و راههای توسعه را هموار سازد. در بُعد انسانی توسعهٔ پایدار، توسعهٔ منابع انسانی و بهبود تعلیم و تربیت و آموزش از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته (مانند ایالات متحده آمریکا) سهم قابل‌توجهی از رشد را درآمد سرانهٔ ناشی از تغییرات فنّاورانه ایجادشده در فرایند توسعه و مهندسی سیستمها تشکیل می‌دهد بِیلی[5] و دیگران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که چگونه در آکادمی نظامی ایالات متحده آمریکا (USMA) یک ابزار جالب در مدل ارزیابی آکادمی، به نام طرح ارزیابی دوره، توسعه داده و اصلاح شده است. فرایند

---

1. Virgina Tech University
2. Purdue Universirty
3. Moskal
4. Validity
5. Bailey

ارزیابی دوره و نتایج حاصل از مستندات، رابطی مهم بین یک برنامهٔ تحصیلی و دوره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است.

در نظام آموزش عالی سیستم آموزش مهندسین از سه رکن اصلی زیر تشکیل شده است:

- دانشگاه: محیطی برای تبادل ایده‌ها و تعالی دانشجویان در زمینه‌های فنی، اخلاقی و حرفه‌ای است؛
- هیئت‌علمی: سیستم‌عاملی با ابعاد انسانی برای اجرایی کردن فرایند تفکر و اطمینان از دستیابی به کیفیت موردنظر است. هیئت‌علمی سازنده، هدایت‌کننده و مدیران سیستم آموزش عالی هستند؛
- دانشجویان: اثرپذیران اصلی و درعین‌حال محصولات نهایی سیستم دانشگاه هستند.

برای توسعهٔ آموزش مهندسی در راستای تربیت صحیح افراد متخصص، توجه و تغییر نگرش به هر سه رکن ذکرشده لازم است. در رویکردهای قدیمی، نقش هیئت‌علمی تنها تدریس، تحقیق و ارائهٔ فعالیتهای خدماتی به دانشگاه در نظر گرفته می‌شد. درحالی‌که، به‌عنوان مثال، راهبری و الگوسازی در رویکردهای جامع دو مؤلفهٔ مهم برای دستیابی به موفقیتهای بزرگ هستند که در تعریف نقش استادان در پیشبرد فعالیتهای دانشگاهی نادیده گرفته شده‌اند. عامل راهبری کمک قابل‌توجهی به ارتقاء سطح کیفی آموزش می‌کند. الگوسازی، از طرف دیگر، یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به موفقیت افراد است و ماهیت خلاقیت و خوداتکایی را در دانشجویان به وجود می‌آورد. برخورد با محدودیتهای دنیای واقعی و اثرات اجتماعی آن چالشهای مهمی در زمینه‌های علمی و تحقیقاتی دانشگاهی هستند. کارآفرینی واقعی با یک برنامهٔ مناسب الگوسازی شکل می‌گیرد. ارزیابی کیفیت، جزء ضروری آموزش است که به استادان اجازه کمک به یادگیری دانشجویان و پیشرفت برنامه‌های آموزشی را می‌دهد. آموزش کارآفرینی مهندسی از یک سیستم با ابزارهای ارزیابی بهره‌مند خواهد بود که از طریق روشهای سختگیرانه طراحی شده و برای ارزیابی ساختاری مختص مهندسی کارآفرینی توسعه یافته‌اند (Purzer, et al, 2016). دانش‌آموختگان بهترین شاخص برای ارزیابی موفقیت برنامهٔ دانشگاهی در آموزش و تربیت دانشجویان هستند. توسعهٔ مشارکت دانش‌آموختگان نشان‌دهندهٔ موفقیت یک برنامهٔ آموزشی در ارتباط با عوامل انسانی وابسته به خود و استفاده از وابستگی و امکانات مالی دانش‌آموختگان خود در پیشبرد اهداف دانشگاه است. این امر نیازمند مشارکت فعال اعضای هیئت‌علمی دانشگاه است (کارآموز و نظیف، ۱۳۸۸). الگوسازی و اصول به اشتراک گذاشتن دانش و انتقال فنّاوریهای جدید جزء هستهٔ ارزشی آکادمیک دانشگاههای بین‌المللی است که به‌خوبی در سالهای اخیر از دانش‌آموختگان خارجی (استادان برگشته به کشور) به دانشجویان دکتری داخل منتقل شده است. روال انتقال این ارزشها از نسل اول دکتری داخل به نسل دوم دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی مشخص نیست و به‌دلیل تولید انبوه دکتری مهندسی نگرانیهای قابل‌توجهی را به‌وجود آورده است.

مک گورتی[1] و دیگران (۱۹۹۸) یک بازنگری از تلاشهای مؤسسه‌ای برای توسعهٔ یک برنامهٔ جامع ارزیابی مداوم پیشرفت آموزش مهندسی فراهم کردند؛ یک فرایند نظام‌مند پنج‌مرحله‌ای برای توسعهٔ یک برنامهٔ جامع ارزیابی از تشخیص اهداف آموزشی گرفته تا به‌کارگیری روشهای اندازه‌گیری با جزئیات آن. فعالیتهایی که به تشویق دانشکده به مشارکت و تعهد منجر می‌شوند، ذکر شده است. چهار فرایند یکپارچه برای ارزیابی و نشان دادن عملکرد توصیف شد که دانشجویان و اعضای هیئت‌علمی از آن استفاده می‌کنند. تمرکز این روشهای ارزیابی بر اندازه‌گیری، توسعه و بهبود خروجیهای یادگیری دانشجویان مرتبط با معیار مهندسی ABET است (ABET, 2000).

به‌طور خلاصه نقش استاد در تربیت دانشجویان را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

- ایجاد انگیزه در دانشجویان؛
- توجه به منافع و علایق دانشجو؛
- ارتباط با نیازهای دانشجویان؛
- ایجاد اعتمادبه‌نفس؛
- تقویت کردن موفقیتهای دانشجو با پاداش.

در نگرشهای جدید آموزش ملاکهایی شامل دانشجویان، اهداف، دستاوردها، ارتقای مداوم کیفیت، برنامهٔ درسی، استادان، امکانات و پشتیبانیها برای بازنگری و ارزشیابی کیفی یک برنامهٔ آموزش مهندسی در نظر گرفته شده است (ABET, 2010).

مهندسان آینده باید در طول تحصیل وابستگی بین فعالیتهای حرفه‌ای، سیاستهای دولت و نیازهای جامعه را درک کنند و به‌طور همزمان دریابند که فنّاوری جنبه‌های مختلف زندگی، وضعیت انسان و کره زیست را تغییر می دهد (Marina and Anna, 2015). تربیت این مهندسان برای تبدیل آنها به نیروهای متخصص و حرفه‌ای در سیستم آموزشی بر عهدهٔ یک نظام آموزش مهندسی پویا و مبتنی بر همه عوامل QA/QC[2] مرتبط است. اساساً ارزیابی و اندازه‌گیری آموزشی بر مبنای روشهای آماری و یک جامعهٔ آماری است. در ارزیابی کیفی آموزش مهندسی معمولاً معیارهایی نظیر جوایز کسب‌شده، تعداد کارکنان در سیستم، تعداد مقالات چاپ‌شده و ... در نظر گرفته شده و رتبه‌ای از ۱ تا ۵ به مؤسسهٔ موردنظر اختصاص می یابد (Moskal, et al, 2002). آنچه در این میان بر کیفیت آموزش مهندسی تأثیر بسزایی دارد، تدریس است. این موضوع به‌نوعی بر نقش استاد در ارزیابی تأکید می‌کند. بررسی مطالعاتی، که در گذشته در این زمینه صورت گرفته است، نشان می‌دهد که اغلب این مطالعات به‌صورت نظری به بیان و

1. McGourty
2. Quality Assurance/ Quality Control

توضیح عوامل مؤثر در کیفیت آموزش می‌پردازند (Rouvrais and Lassudrie , 2014 ;Suarez et al, 2011) یا اینکه تأثیر عوامل محدودی را بر کیفیت آموزش در نظر می‌گیرند (Ramsden, 1991) لذا، فقدان مطالعاتی که با در نظر گرفتن همهٔ عوامل مؤثر از روشهای ریاضی و عددی برای محاسبهٔ کمّی کیفیت آموزش مهندسی استفاده کرده باشند، حس می‌شود. به همین دلیل، در این مقاله در ابتدا، عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش مهندسی شناسایی و رتبه‌بندی شده است و سپس به یک روش ریاضی آماری بر اساس یک جامعهٔ آماری در تهران، برای کمّی کردن وضعیت کیفی آموزش مهندسی در دانشگاهها پرداخته است. برای رتبه‌بندی معیارها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی[1]، یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، استفاده شده است. روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توانند فرایند تصمیم‌گیری را تسهیل کنند. این روشها مبتنی بر استدلالهای منطقی و روابط ریاضی مستدل است، گزینه‌های تصمیم‌گیری را کمّی کرده و آنها را اولویت‌بندی کند. بر اساس مطالعات هِیسل[2] و دیگران (۲۰۰۱) روش تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از پرکاربردترین روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره است. پس از رتبه‌بندی شاخصها، یکی دیگر از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره یعنی روش پرومته[3] و گایا[4] برای ارائهٔ شاخص ارزیابی کیفی آموزش مهندسی استفاده شد. این روش باتوجه‌به سادگی و قابل‌فهم بودن به دیگر روشها ارجحیت دارد (Morais, Costa and Teixeira de Almeida, 2007). علاوه‌براین، تحلیل عدم‌قطعیت به‌منظور بررسی میزان تأثیر عوامل شناسایی‌شده روی مقدار کمّی‌شدهٔ شاخص صورت گرفت. در یک دسته‌بندی جامع تمام عدم‌قطعیتها از دو منبع نشأت می‌گیرند؛ عدم‌قطعیت ناشی از تغییرات طبیعی و عدم‌قطعیت ناشی از فقدان دانش. در حالت کلی عدم‌قطعیتهای ناشی از تصادفی بودن ذاتی فرایندهای ژئوفیزیکی قابل حذف شدن نیست و باید با آن کنار آمد. هرچندکه بهبود سیستمهای فیزیکی ممکن است این نوع عدم‌قطعیتها را کم کند. این در حالی است که عدم‌قطعیت ناشی از فقدان دانش با اعمالی مانند تحقیق، جمع‌آوری داده و تولید دقیق قابل کاهش است (Tung and Yen, 2005).

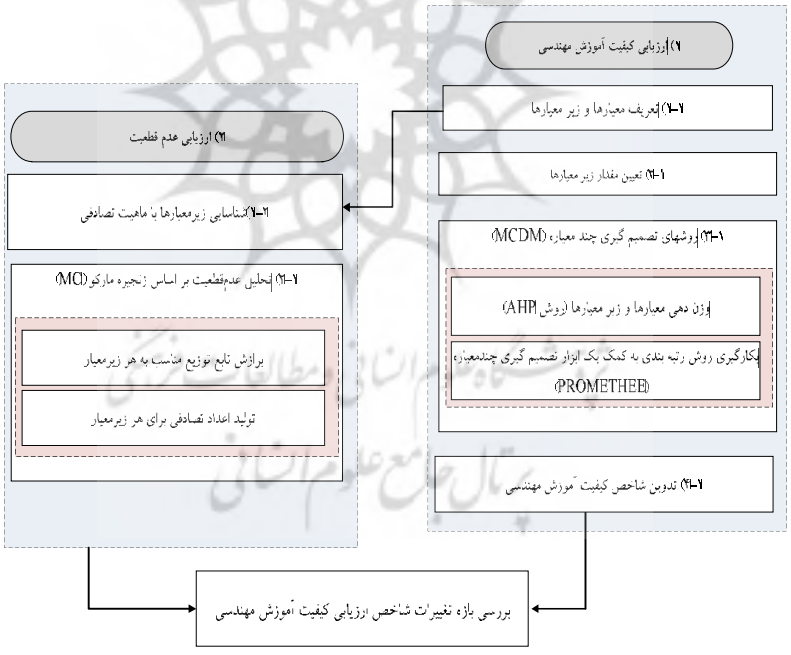
۲. روش کار

هم‌زمان با رشد جوامع و پیشرفت و توسعهٔ فنّاوری، بازنگریهای اساسی در زمینهٔ آموزش عالی و به‌دنبال آن آموزش مهندسی در کشورهای مختلف صورت گرفته است. ایران نیز از این قائده مستثنی نبوده و فعالیتهای زیادی در دهه‌های اخیر در ارتباط با برنامه‌ریزی آموزش مهندسی انجام داده است. علی‌رغم این تلاشها و برگزاری نشستها و همایشها، نه‌تنها نقش آموزش مهندسی در رشد و تربیت دانشجویان در بسیاری از دانشگاهها در سطح کشور هنوز ناشناخته شده است بلکه در مسیر عملی شدن این برنامه‌ها موانع

---

1. Analitical Hietarchy Process (AHP)
2. Hiessl
3. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)
4. Geometrical Analysis for Interactive Aid (GAIA)

بسیـاری قرار دارد. این واقعیت باعث دشواری تحول روند برنامه‌ریزی و آموزش رشتهٔ مهندسی می‌شود (Buckeridge, 2000). در این مطالعه، روشی پارامتریک با در نظر گرفتن ضرورتهای زیست‌محیطی، اجتماعی ـ فرهنگی و فنّاوری و ارکان اصلی مؤثر در بهبود کیفیت آموزش مهندسی با در نظر گرفتن عدم‌قطعیتهای موجود در مقادیر برخی عوامل مؤثر، با هدف ارتقاء تربیتی و تحصیلی دانشجویان ارائه شده است. به‌منظور در نظر گرفتن عدم‌قطعیت در تحلیل شاخص کیفی آموزش مهندسی از روش نمونه‌گیری بر مبنای زنجیرهٔ مارکو استفاده شده است. بر اساس این روش، با استفاده از مقادیر حداقل و حداکثر ثبت‌شدهٔ عوامل، نمونه‌گیری با توسعهٔ توابع توزیع یکنواخت صورت گرفتـه است. وجود روشهایـی ازاین‌دسـت برای کمّی کردن وضعیت آموزش مهندسی در سطح دانشگاهی جامعه ضروری است. روش کار مطابق شکل ۱ به‌صورت یک فلوچارت نشان داده شده است. همچنین بر اساس روش پیشنهادشده مؤثرترین عوامل مؤثر بر کیفیت تربیت و تحصیل دانشجویان شناسایی می شود.



شکل ۱. فلوچارت روش پیشنهادشده برای ارزیابی کیفی آموزش مهندسی

۲. ۱. شناسایی معیارها و وزن‌دهی

بر اساس روش پیشنهادشده، معیارهای تأثیرگذار بر کیفیت علمی و فردی دانشجویان شناسایی و در چند گروه اصلی همانند جدول ۱ دسته‌بندی شده‌اند. این معیارها برمبنای قضاوت شخصی و بر اساس ضرورت در نظر گرفتن آنها در ارزیابی کیفی آموزش مهندسی انتخاب و تدوین شده‌اند. در ادامه عواملی که مطابق ماهیتشان می‌توانند در تحلیل عدم‌قطعیت در نظر گرفته شوند، شناسایی و با علامت (*) در جدول ۱ مشخص شده‌اند.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای شناسایی‌شده برای ارزیابی و کمّی کردن شاخص کیفیت آموزش مهندسی

ردیف	معیار (گروه اصلی)	زیرمعیار (زیرگروه)
۱	شرایط محیطی و امکانات زیرساختی	شهر محل تحصیل
۲		موقعیت مکانی دانشگاه
۳		رشتهٔ تحصیلی
۴		وضعیت علمی و شهرت دانشگاه
۵		امکانات علمی، آموزشی، فرهنگی، ازجمله آزمایشگاه، کتابخانه، امکانات صوتی تصویری، رایانه، واحد کپی، انتشارات
۶		امکانات رفاهی دانشکده (بوفه، محل انتظار برای پیش از شروع کلاس)
*۷	شرایط شخصی (فردی)	وضعیت اقتصادی
۸		وضعیت اجتماعی خانوادگی
۹		پیشینهٔ تحصیلی سایر افراد خانواده
*۱۰		هدفمندی دانشجو
۱۱		میزان آگاهی از رشته تحصیلی و ظرفیت (مالی و حرفه‌ای)
*۱۲		امید به آینده
*۱۳		مسئولیتهای بیرونی و دغدغه‌ها
۱۴	ضوابط و مقررات	مقررات استفاده از تسهیلات دانشگاه از جمله کتابخانه
۱۵		مقررات عبور و مرور به دانشگاه
۱۶		ضوابط اخلاقی و پوشش
*۱۷		سهولت ثبت‌نام و اخذ درس از جمله پایان‌نامه
*۱۸		آگاهی کارکنان دانشکده از قوانین و شفافیت در اجرای آن
۱۹	برنامه‌های درسی	برنامهٔ کلاسها (زمان ـ مدت ـ پراکندگی)
۲۰		محتوای درسی (کتاب ـ جزوه)
*۲۱		تطابق برنامهٔ درسی با یکدیگر

* عواملی که ماهیت عدم‌قطعیت دارند

ردیف	معیار (گروه اصلی)	زیرمعیار (زیرگروه)
۲۲*		نظم کلی برنامهٔ درسی (تراکم و پراکندگی)
۲۳		سیستم پشتیبانی و رفع اشکال (TA)
۲۴		برنامه‌های کمک‌آموزشی
۲۶	برنامه‌های غیردرسی	برنامه‌های ورزشی
۲۷		برنامه‌های تفریحی
۲۸		برنامهٔ توسعه انسانی ـ اجتماعی
۲۹	اندرکنش با استاد	نحوهٔ تدریس
۳۰*		میزان تعامل با دانشجویان و در دسترس بودن
۳۱		سطح علمی و به‌روز بودن
۳۲		روشهای سنجش دانشجویان
۳۳		ایجاد انگیزه در دانشجو
۳۴*		انتظار استاد از دانشجو
۳۵	اندرکنش با سایر افراد و محیط	نوع و نحوهٔ ارتباط با کارمندان و تسریع امور اداری
۳۶		ارتباط با دانش‌آموختگان
۳۷		ارتباط با صنعت و افراد باسابقه و باتجربه خارج از دانشگاه
۳۸		میزان حمایت خارجی از دستاوردها و موفقیتهای دانشجو
۳۹*		نظارت بر کیفیت آموزش و برگزاری کلاسها

پس از شناسایی عوامل مؤثر، از نظرات کارشناسی یک جامعهٔ آماری برای تعیین اهمیت نسبی عوامل نسبت به «شکل‌گیری کیفیت علمی و فردی دانشجویان» استفاده شد. به این ترتیب که افراد انتخاب‌شده برای شرکت در آزمون (پُر کردن پرسش‌نامه)، نمره‌ای بین ۰ (نشان‌دهندهٔ کمترین اهمیت) تا ۱۰ (نشان‌دهندهٔ بیشترین اهمیت) به عوامل دادند. سپس این نمرات جمع‌بندی و به‌منظور مقیاس کردن اهمیتها بین ۰ و ۱، بررسی سازگاری میان پاسخها، رتبه‌بندی و تعیین اهمیت عوامل از روش تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان یکی از روشهای تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ (MCDM)[1] استفاده شد (Balali, et al, and Roozbahani, 2014)

---

* عواملی که ماهیت عدم قطعیت دارند

1. Multiple Criterion Decision Making

این روش را Saaty در سال ۱۹۸۰ ارائه کرده است. دو گام اساسی برای تهیهٔ اطلاعات پایهٔ موردنیاز این روش به شرح زیر هستند:

- یک ساختار سلسله‌مراتبی برای معیارها ارائه می‌شود. در این ساختار سطح صفر مربوط به هدف است و از آن چندین سطوح از معیارها منشعب می‌شوند و هر سطح به زیرمعیارهایی تقسیم می‌شود. همانطور که ذکر شد، معیارها و زیرمعیارها در این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.
- در این روش از مقایسهٔ زوجی[1] بین معیارها استفاده می‌شود. معیار اصلی برای پذیرفتن مقایسه‌های زوجی این است که مقایسه‌ها با هم سازگار باشند. برای این منظور باید نشان داد که:

(۱)

$$W \cdot w = \begin{pmatrix} 1 & w_1 / w_2 & \cdots & w_1 / w_n \\ w_2 / w_1 & 1 & \cdots & w_2 / w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n / w_1 & w_n / w_2 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda \cdot w$$

در این رابطه λ یک مقدار ویژه، W ماتریس مقایسهٔ زوجی و w یک بردار متناظر با مقدار ویژه λ است که ماتریس n×۱ است. ازآنجاکه اختلاف بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسهٔ زوجی $(\lambda_{\max})$ بعد ماتریس (n) نشان‌دهندهٔ میزان ناسازگاری ماتریس مقایسهٔ زوجی است، اختلاف λ_{max} و n برای تعریف شاخص سازگاری[2] (CI)استفاده شده است:

(۲)

$$CI = \frac{\delta_{\max} - n}{n-1}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Pairwise Comparison
2. Consistency Index

همچنین ضریب ناسازگاری (IR)[1] به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۳)

$$IR = CI / RCI$$

که در آن RCI[2] شاخص سازگاری تصادفی ماتریس n×n است، که به‌صورت تصادفی پر شده است، اگر IR<٪۱۰ باشد معیار ناسازگاری تأمین شده است.

۲. ۲. تعیین مقادیر مشاهداتی معیارها

پس از تعیین اهمیت معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار، مقادیر واقعی (مشاهداتی) آنها تعیین می‌شود. مقدار مشاهداتی عوامل شناسایی‌شده بر اساس جامعهٔ آماری موردنظر به‌دست آمده‌اند.

۲. ۲. ۱. جامعهٔ آماری

مهندسان عمران نقشهای کلیدی در تصمیم‌سازیها و توسعهٔ کشور دارند. جامعهٔ آماری موردنظر برای انجام تحلیل و پیاده‌سازی روش پیشنهادی در این مطالعه، از میان دانشجویان دانشکدهٔ عمران در مقطع کارشناسی در برخی دانشگاههای مختلف در سطح کشور انتخاب شده‌اند. این دانشگاهها شامل دانشگاه الف (یک دانشگاه جامع)، ب (یک دانشگاه مهندسی) و ج (یک دانشگاه مهندسی دیگر) در شهر تهران و دانشگاه د (یک دانشگاه جامع) در یکی از شهرستانها بوده است. تعداد دانشجویان وتعداد اعضای هیئت‌علمی هر یک از این دانشگاهها در جدول ۲ نشان داده شده است. معیار انتخاب این دانشگاهها این بوده است که تمام عوامل تأثیرگذار اعم از وسعت دانشگاه، شهر قرارگیری دانشگاه، نوع دانشگاه، تعداد دانشجویان و استادان، سطح علمی دانشگاه تا حد امکان در نظر گرفته شود.

جدول ۲. مشخصات آماری دانشگاه‌های موردبررسی

دانشگاه	تعداد اعضاء هیئت علمی	تعداد دانشجو
الف	۴۷	۵۲۰
ب	۴۰	۵۰۰
ج	۴۷	۳۴۵
د	۱۸	۵۷۶

1. Inconsistency Ratio
2. Random Consistency Index

۲. ۳. شاخص کیفیت آموزش مهندسی

۲. ۳. ۱. استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره

روش پرومته و گایا که معمولاً به آن پرومته اطلاق می‌شود، به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در آغاز دهۀ ۱۹۸۰ بر اساس روابط ریاضی توسعه داده شد و به‌طور گسترده‌ای مورد مطالعه و استفاده قرار گرفت. این روش با ارائۀ یک چارچوب جامع و منطقی ساختاری برای تصمیم‌گیری، شناسایی و کّمی‌کردن میزان درگیری و هم‌افزایی بین گزینه‌ها، و اولویت بخشیدن به گزینه‌های اصلی را فراهم می‌کند.

معادلات این بخش بر اساس روش نام‌برده توسعه داده شده‌اند. ازآنجایی که مقادیر واقعی زیرمعیارها ابعاد و واحدهای متفاوتی دارند، این مقادیر در ابتدا استاندارد شد. مدل توسعه‌داده‌شده بر پایۀ تصمیم‌گیری چندمعیاره در این تحقیق مقادیر عددی ویژگیهای هر دانشگاه (زیرمعیارها) را به اعداد بی‌بُعد و قابل‌مقایسه با هم تبدیل می‌کند. ازآنجاکه دانشگاههای متعددی با هم مقایسه می‌شوند برای هر زیرمعیار مقادیر مختلفی وجود دارد. در این روش باید حداقل سه گزینۀ مختلف وجود داشته باشد. در این مطالعه تعداد گزینه‌ها برابر با تعداد دانشگاههاست. برای هر زیرمعیار، اختلاف بین مقادیر واقعی در هر جفت (مقدار زیرمعیار برای دو گزینه) با dn نشان داده می‌شود و با استفاده از معادلۀ (۴) بین ۰ و ۱ مقایسه می‌شود. مثلاً، dn(fi , fj) به معنای تفاضل مقدار زیرمعیار برای ۲ دانشگاه است، به‌طوری‌که در آن i و j شماره دانشگاهها، n شمارۀ زیرمعیار و f مقدار زیرمعیار است.

(۴)

$$\bar{D}_n(f_i,f_j)=\frac{d_n(f_i,f_j)-d_{n,min}}{d_{n,max}-d_{n,min}} \qquad \forall n\in N\ ,\ i,j\in M$$

در این روابط $d_{n,min}$ و $d_{n,max}$ به‌ترتیب مقادیر حداکثر و حداقل اختلافات زوجی برای زیرمعیار n ام هستند. N تعداد کل زیرمعیارها و M تعداد کل دانشگاهها است. شاخص کیفیت آموزش مهندسی برای دانشگاه i ام (EE_i) مطابق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

(۵)

$$EEQI_i=\left(\sum_{n=1}^{N}\left(\frac{1}{N-1}\times\sum_{n=1}^{N}\left(\bar{D}_n(f_i,f_j)-\bar{D}_n(f_j,f_i)\right)\right)\times w_n+2\right)\times 50$$

طوری که $i,j\in M$ i=1, 2, … , M, و w_n وزن زیرمعیار n ام است.

۲. ۳. ۲. تحلیل عدم‌قطعیت شاخص کیفی آموزش مهندسی بر اساس زنجیرهٔ ماکوف

چون در این مطالعه، ورودیهای مدل ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی همراه با عدم‌قطعیت در نظر گرفته شده‌اند، خروجی مدل (یعنی مقدار شاخص) هم لزوماً غیرقطعی خواهد بود. ورودیهای مدل شامل مقادیر معیارها است. حد بالا و پایین تغییرات زیرمعیارها، برای برازش یک توزیع یکنواخت به زیرمعیارهای باماهیت تصادفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شبیه‌سازی مونت کارلو به‌طور خاص برای توصیف انتشار عدم‌قطعیت ورودیهای مدل بر خروجیهای مدل به‌کار برده می‌شود.

بنابراین شبیه‌سازی مونت کارلو، به‌عنوان رایج‌ترین شیوه برای انتشار عدم‌قطعیتها می‌تواند نشان‌دهندهٔ عدم‌قطعیتها، باتوجه‌به رفتار توزیع احتمال ورودیها باشد. این روش عموماً در مسائلی که یک مفهوم غیرقطعی احتمالی دارند، به‌عنوان یک الگوریتم محاسباتی مناسب برای تولید نمونه‌هایی از توزیع احتمال متغیرها به‌کار برده می‌شود. این روش بر پایهٔ نمونه‌گیری تصادفی تکرارشونده برای دستیابی به خروجیهای عددی است که در آن در گام زمانی اول، یک دامنه از ورودیهای ممکن برای متغیرها تعریف می‌شود و سپس ورودیها از یک توزیع احتمال بر روی دامنهٔ تعریف‌شده، تولید می‌شوند. زمانی که توزیع احتمال متغیر پارامتریک باشد، نمونه‌گیر زنجیره ماکوف مونت کارلو[1]، عمدتاً با ایدهٔ اصلی طراحی مدل زنجیرهٔ ماکوف با توزیع احتمال ایستای ازپیش تعریف‌شده برای متغیرها به‌کار برده می‌شود.

اگر متغیر تصادفی X ، دارای تابع چگالی احتمال مثبت fx(x)، بر روی مجموعه A باشد، با فرض این‌که X یک متغیر گسسته است، مقدار موردانتظار تابع g از X عبارت است از:

(۶)

$$E\big(g(x)\big) = \sum_{x\in A} g(x) f_X(x)$$

برای نمونهٔ nتایی از Xها ، (X1,…,Xn) با میانگین‌گیری از g(x) بر روی نمونه‌ها، تخمین مونت کارلو از E(g(x)) برابر خواهد بود با:

(۷)

$$\breve{g}_n(x) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} g(x_i)$$

با فرض اینکه E(g(x))، وجود دارد، برای هر مقدار کوچک ε:

---

1. Monte Carlo Marcov Chain(MCMC)

(۸)

$$lim_{n\to\infty} P(|\breve{g}_n(x) - \mathrm{E(g(x))}| \geq \varepsilon) = 0$$

که نشان می‌دهد هرچه n بزرگ‌تر شود، احتمال کمی وجود دارد که n(x)ğ از E(g(x)) منحرف شود. تا زمانی‌که n، به اندازهٔ کافی بزرگ باشد، n(x)ğ به‌وجودآمده از یک تست مونت کارلو به E(g(x)) نزدیک خواهد بود.

برای زیرمعیارهایی، که عدم‌قطعیت در آنها وجود ندارد، مقادیر مشاهداتی یک عدد مطلق را اتخاذ می‌کند اما برای زیرمعیارهایی که عدم‌قطعیت در مقادیر آنها وجود دارد، یک عدد تصادفی در بازهٔ ایجادشده بر اساس یک حد بالا و پایین تولید می‌شود. حد بالا و پایین برای ایجاد بازه، مطابق مقادیر ثبت‌شده برای عوامل در جامعهٔ آماری موردنظر تعیین می‌شود. سپس، با استفاده از مقادیر این دو حد، به هر زیرمعیار تصادفی توزیع یکنواخت برازش داده می‌شود. مقدار تصادفی بر هر زیرمعیار، بر اساس توزیع برازش داده‌شده به دست می‌آید. لذا، پارامترهای غیرقطعی با انتخاب یک مقدار تصادفی از توزیعِ توصیف‌کنندهٔ هر پارامتر نمونه‌سازی می‌شوند. این به تعداد زیادی نتیجهٔ مستقل منجر خواهد شد که هرکدام نمایانگر یک مقدار ممکن برای شاخص موردنظر است. تولید نمونهٔ تصادفی برای معیارها ۱۰۰۰ مرتبه تکرار شده و هر بار مقدار شاخص کیفی با استفاده از مقدار تولیدی برای هر زیرمعیار محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است که هر شبیه‌سازی احتمال یکسانی دارد. نتایج اجراهای مستقل برای هر زیرمعیار و برای تخمین محدودهٔ ممکن برای تغییرات شاخص با در نظر گرفتن محاسبهٔ عدم‌قطعیتها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. محاسبهٔ شاخص کیفیت آموزش مهندسی[1] با و بدون در نظرگیری عدم‌قطعیت در مقادیر زیرمعیارها در تجزیه‌وتحلیلها انجام شده است.

۳. نتایج

مقادیر وزنها بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی تخمین زده شده و در جدول ۳ آمده است. همچنین، مقدار مشاهداتی معیارها با استاندارد شدن به دو حد حداقل ۰ و حداکثر ۱۰۰، مطابق مشخصات جامعهٔ آماری (گروهی از دانشجویان مهندسی عمران و استادان آنها) در همان جدول ۳ گزارش شده است.

1. Engineering Education Quality Index (EEQI)

جدول ۳. وزن و مقادیر مشاهداتی زیرمعیارهای شناسایی‌شده برای ارزیابی و کمّی کردن شاخص کیفیت آموزش مهندسی

ردیف	زیرمعیار (زیرگروه)	وزن (بین ۰ و ۱۰)	وزن بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی	مقدار مشاهداتی (دانشگاه الف)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه ب)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه ج)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه د)
۱	شهر محل تحصیل	۸	۰/۰۳۶۵۴۰	۹۰	۹۰	۹۰	۷۵
۲	موقعیت مکانی دانشگاه	۶	۰/۰۲۷۳۰	۸۵	۶۵	۷۵	۴۰
۳	رشته تحصیلی	۶	۰/۰۲۷۳۰	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵
۴	وضعیت علمی و شهرت دانشگاه	۹	۰/۰۴۱۰۶	۹۰	۷۵	۱۰۰	۵۰
۵	امکانات علمی، آموزشی، فرهنگی، ازجمله آزمایشگاه، کتابخانه، امکانات صوتی تصویری، رایانه، واحد کپی، انتشارات	۹	۰/۰۴۱۰۶	۷۵	۷۰	۷۰	۳۰
۶	امکانات رفاهی دانشکده (بوفه، محل انتظار برای پیش از شروع کلاس)	۷	۰/۰۳۲۰۳	۴۰	۶۰	۸۰	۴۵
۷	وضعیت اقتصادی	۴	۰/۰۱۴۳۱	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵
۸	وضعیت اجتماعی- خانوادگی	۴	۰/۰۱۴۳۱	۸۰	۷۰	۸۰	۶۰
۹	پیشینه تحصیلی سایر افراد خانواده	۵	۰/۰۱۷۸۵	۷۰	۶۰	۷۵	۴۵
۱۰	هدفمندی دانشجو	۱۰	۰/۰۳۵۸۷	۸۰	۶۰	۸۵	۵۰
۱۱	میزان آگاهی از رشته تحصیلی و ظرفیت (مالی و حرفه‌ای)	۸	۰/۰۲۸۶۳	۸۰	۶۰	۸۵	۵۰
۱۲	امید به آینده	۹	۰/۰۳۲۱۷	۶۵	۶۰	۶۵	۴۰
۱۳	مسئولیتهای بیرونی و دغدغه‌ها	۷	۰/۰۲۵۰۹	۴۵	۵۰	۳۰	۳۰
۱۴	مقررات استفاده از تسهیلات دانشگاه از جمله کتابخانه	۵	۰/۰۱۶۵۰	۷۰	۷۰	۶۵	۶۰
۱۵	مقررات عبور و مرور به دانشگاه	۵	۰/۰۱۶۵۰	۶۵	۴۰	۴۰	۴۵
۱۶	ضوابط اخلاقی و پوشش	۴	۰/۰۱۳۲۲	۸۵	۶۰	۶۰	۶۰
۱۷	سهولت ثبت‌نام و اخذ درس از جمله پایان‌نامه	۸	۰/۰۲۶۴۴	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵
۱۸	آگاهی کارکنان دانشکده از قوانین و شفافیت در اجرای آن	۹	۰/۰۲۹۷۲	۶۰	۷۰	۷۵	۴۵

۱۹	برنامه کلاسها (زمان ـ مدت ـ پراکندگی)	۸	۰/۰۳۳۶۷	۶۵	۷۰	۶۰	۵۰
۲۰	محتوای درسی (کتاب-جزوه)	۸	۰/۰۳۳۶۷	۸۰	۶۰	۸۵	۷۰
۲۱	تطابق برنامهٔ درسی با یکدیگر	۷	۰/۰۲۹۴۱	۵۵	۴۵	۵۰	۴۵
۲۲	نظم کلی برنامهٔ درسی (تراکم و پراکندگی)	۸	۰/۰۳۳۶۷	۵۵	۵۰	۵۵	۵۰
۲۳	سیستم پشتیبانی و رفع اشکال (TA)	۸	۰/۰۳۳۶۷	۸۰	۶۰	۸۰	۶۰
۲۴	برنامه‌های کمک آموزشی	۵	۰/۰۲۱۰۹	۴۰	۳۰	۳۵	۳۰
۲۶	برنامه‌های ورزشی	۵	۰/۰۱۶۰۶	۴۵	۷۰	۴۰	۴۰
۲۷	برنامه‌های تفریحی	۵	۰/۰۱۶۰۶	۷۰	۶۵	۶۵	۴۰
۲۸	برنامهٔ توسعهٔ انسانی ـ اجتماعی	۶	۰/۰۱۹۲۵	۳۵	۲۰	۴۰	۲۵
۲۹	نحوه تدریس	۸	۰/۰۲۹۶۰	۸۰	۷۵	۷۵	۶۰
۳۰	میزان تعامل با دانشجویان و در دسترس بودن	۸	۰/۰۲۹۶۰	۷۰	۴۰	۶۰	۳۰
۳۱	سطح علمی و به‌روز بودن	۸	۰/۰۲۹۶۰	۹۰	۷۰	۹۰	۶۰
۳۲	روشهای سنجش دانشجویان	۷	۰/۰۲۵۹۰	۸۰	۶۰	۷۵	۵۵
۳۳	ایجاد انگیزه در دانشجو	۱۰	۰/۰۳۷۰۰	۶۵	۵۰	۵۵	۴۵
۳۴	انتظار استاد از دانشجو	۹	۰/۰۳۳۳۰	۸۰	۶۰	۸۰	۵۰
۳۵	نوع و نحوهٔ ارتباط با کارمندان و تسریع امور اداری	۶	۰/۰۱۷۱۱	۵۵	۵۰	۶۰	۴۵
۳۶	ارتباط با دانش‌آموختگان	۷	۰/۰۱۹۹۸	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰
۳۷	ارتباط با صنعت و افراد باسابقه و باتجربه خارج از دانشگاه	۷	۰/۰۱۹۹۸	۴۵	۳۰	۵۰	۱۰
۳۸	میزان حمایت خارجی از دستاوردها و موفقیتهای دانشجو	۸	۰/۰۲۲۷۵	۵۰	۴۰	۶۰	۳۰
۳۹	نظارت بر کیفیت آموزش و برگزاری کلاسها	۸	۰/۰۲۲۷۵	۷۵	۶۰	۷۰	۴۵

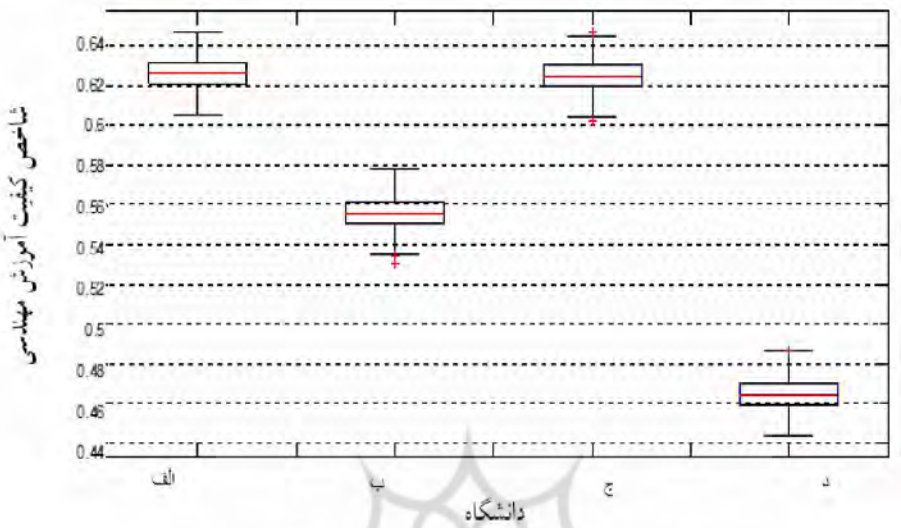
نتایج تحلیل سلسله‌مراتبی برای محاسبهٔ وزنها نشان می‌دهد ضریب ناسازگاری کمتر از ۰/۰۱ بوده است. با استفاده از رابطهٔ ۵، شاخص ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی برای هر ۴ دانشگاه به شرح جدول ۴ و شکل۲ کمّی شده است. برمبنای وجود عدم‌قطعیت در برخی عوامل و درنظرگیری مقادیر مشاهداتی به‌صورت احتمالی، مقادیر شاخص برای دانشگاههای موردنظر نیز به‌صورت احتمالی در شکل۲ ارائه شده است. به این منظور، پس از تعیین مقادیر مشاهداتی و با استفاده از کد نوشته‌شده با نرم‌افزار MATLAB[1] برای زیرمعیارها با مقدار تصادفی، با استفاده از مشاهدات حداقل و حداکثر، توزیع یکنواخت برازش داده شده است. لازم به ذکر است مقدار شاخص موردنظر بازه‌ای است که بین حداقل ۰ و حداکثر ۱ تغییر می‌کند و مقادیر بیشتر آن مطلوب‌تر است. جدول ۴ (سطر دوم) مقادیر شاخصها بدون درنظرگرفتن عدم‌قطعیت را نشان می‌دهد، همچنین، سطرهای سوم و چهارم حد بالا و پایین شاخص را مطابق عوامل دارای عدم‌قطعیت نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقدار کمّی‌شدهٔ شاخص ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی در دانشگاههای موردمطالعه با و بدون در نظرگیری عدم‌قطعیت

دانشگاه	دانشگاه الف	دانشگاه ب	دانشگاه ج	دانشگاه د
مقدار شاخص EEQI بدون در نظر گرفتن عدم‌قطعیت	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۶۲	۰/۴۷
حد بالای EEQI با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۴۹
حد پایین EEQI با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت	۰/۶۱	۰/۵۳	۰/۶۰	۰/۴۴

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Mathematic Labratuary



شکل ۲. نمودارهای جعبه‌ای نشان‌دهندهٔ دامنهٔ تغییرات شاخص ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی در دانشگاههای مورد مطالعه با درنظرگیری عدم‌قطعیت

مشاهده می‌شود که از میان دانشگاههای موردمطالعه، دانشگاه الف بیشترین مقدار شاخص کیفی را به خود اختصاص داده است. مقایسهٔ بین دانشگاهها در سطح کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد که دانشگاه جامع الف با اختلاف کمّی عملکرد بهتری در آموزش مهندسی دارد. این نتایج بر اساس مقایسهٔ بین دانشگاه جامع در شهرستان (دانشگاه د) با یک دانشگاه جامع در تهران (دانشگاه الف) نیز قابل تأیید است. شاید بتوان نتیجه گرفت وجود رشته‌های مختلف دانشگاهی در کنار هم در یک محیط آموزشی می‌تواند تأثیر مثبتی بر عملکرد آموزش مهندسی داشته باشد. بر اساس نتایج جدول ۳، مشاهده می‌شود از جمله نقاط ضعف در سیستم آموزش مهندسی ارتباط دانشگاه با صنعت و حمایتهای خارجی از دانشجویان است. همچنین یک عامل مهم با وزن و اهمیت بالا، نمش استاد در ایجاد انگیزه در دانشجویان است که در سطح دانشگاههای کشور هنوز به اندازه کافی تشویق نشده است. نتایج همچنین نشان می‌دهند که گرچه ضوابط خارجی و محیطی برای ادارهٔ دانشگاهها لازم است، اما نحوهٔ پیاده‌سازی آن چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد. در نتیجه می‌تواند تأثیر منفی در عملکرد سیستم آموزشی داشته باشد. بر اساس نتایج، نقش برنامه‌های کمک‌آموزشی نیز بسیار کمرنگ است و نیاز به سرمایه‌گذاری فرهنگی، اقتصادی و علمی در این زمینه مشاهده می‌شود.

پیرو نتایج این مطالعه، مهم‌ترین عوامل مؤثر در کیفیت آموزش مهندسی رتبه‌بندی شده‌اند که به گروههای اصلی ۱ (شرایط محیطی و امکانات زیرساختی)، ۶ (اندرکنش با استاد) و ۲ (شرایط شخصی/ هدفمندی دانشجو)

متعلق است و مورد آخر نشان‌دهندهٔ اهمیت خانواده و آموزشهای پیش از دانشگاه است. این عوامل شامل زیرمعیارهایی مانند وضعیت علمی و شهرت دانشگاه، امکانات علمی، آموزشی، ایجاد انگیزه در دانشجو، برنامهٔ کلاسها و انتظارات استاد از دانشجو است. این نتایج نشان‌دهندهٔ اهمیت و نقش استاد در کیفیت آموزش مهندسی است. گفتن این نکته ضروری به نظر می‌رسد که مواردی چون برنامه‌های تفریحی یا برنامه‌های ورزشی از اهمیت زیادی در کیفیت آموزش مهندسی برخوردار نیستند.

در نظر گرفتن عدم‌قطعیت در ارزیابی و تحلیل شاخص کیفی آموزش مهندسی به به‌دست‌آوردن دامنهٔ تغییرات ۷ درصدی برای مقدار شاخصها منجر می‌شود. باتوجه‌به اینکه تعداد زیرمعیارهای با عدم‌قطعیت در مقایسه با تعداد کل زیرمعیارهای مؤثر در ارزیابی کیفی آموزش مهندسی ناچیز بوده است، دامنهٔ به‌دست‌آمده برای تغییرات نیز چندان قابل توجه نیست. بااین‌حال از روش پارامتریک مورداستفاده و تأثیر عدم‌قطعیت‌ها نمی‌توان چشم‌پوشی کرد.

۳. ۱. بحث و تحلیل بیشتر

علی‌رغم پیشرفتهای روزافزون علمی ـ فنّاوری در برنامه‌ریزی آموزش مهندسی برای دانشجویان هنوز ضعفهایی وجود دارد. این ضعفها کم‌وبیش در سایر محیطهای دانشگاهی نیز مشاهده می‌شود و از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد که بیشتر با زیرمعیارهای مربوط به ۲ معیار اصلی برنامه‌های درسی و شرایط محیطی مرتبط‌اند:

- امتیاز کم به محتوای درسی مرتبط می‌شود که در آن بر درسهای نظری و فنی عمران و به ابعاد مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و محیط‌زیستی در برنامه‌ریزیهای درسی توجه کافی نشده است. درعین‌حال درسهای محدودی که در این زمینه‌ها ارائه می‌شوند مانند مهندسی محیط‌زیست، اقتصاد مهندسی و مهندسی سیستمها اغلب اختیاری است و اهمیت کافی به آموزش آنها داده نمی‌شود.
- بحثهای اجتماعی مربوط به فعالیتهای مهندسی عمران معمولاً در بحثهای برنامه‌درسی[1] گذاشته نشده است.
- توازن منطقی و قابل‌قبولی بین گرایشهای مختلف مهندسی عمران وجود ندارد. در عمران به‌ویژه در سطح کارشناسی اساساً آموزشها و درسهای مربوط به گرایش سازه تدریس می‌شود. گرایشهایی همچون آب، محیط‌زیست، خاک و راه و ترابری به دلیل تغییر رشتهٔ مهندسی عمران به عمران ـ سازه و عمران ـ آب و برگشت ناقص آن بدون توجه لازم به یکپارچه‌نگری در رشتهٔ مهندسی عمران و همچنین بی‌توجهی به تغییرات بین‌المللی به این رشته بوده است.

---

1. Curriculum Development

- فضاهای آموزش عملی و ارزیابی نتایج همچون آزمایشگاهها و همچنین وبگاههای رایانه‌ای محدود است و استادان اغلب به ارائهٔ مطالب نظری بسنده می‌کنند.
- محدودیت فعالیتهای بازدیدی و امکان همکاری با صنعت دانشجویان را از فضای عملیاتی رشتهٔ مهندسی عمران بیگانه و جدا کرده است.
- علی‌رغم همهٔ پیشرفتها همچنان تأکید بر شیوه‌های سنتی آموزش و ارزیابی دانشجویان است که انگیزهٔ کافی را برای درک مفاهیم و تلاش برای یافتن موضوعات جدید در دانشجویان ایجاد نمی‌کند.
- فضاهای آموزشی از استانداردهای دنیای امروز بهرهٔ کافی ندارند و اعمال این استانداردها می‌تواند موجب شوق و هیجان دانشجویان شود.
- برخلاف اهمیت درسهای پایه در درک فرایندهای مهندسی و تصمیم‌سازی در شرایط مختلف و ایجاد خلاقیت مهندسی، این درسها را استادان حل تمرین (کمکهای آموزشی) یا دانشجویان دکتری برعهده دارند و علاقهٔ کافی برای دانشجویان ایجاد نمی‌کنند.

۴. خلاصه و نتیجه‌گیری

باتوجه‌به اهمیت نقش آموزش مهندسی در بهبود کیفیت آموزشی و تحصیلی دانشجویان، لزوم تحول در آموزش مهندسی ضروری است. برای نیل به این هدف لازم است روی آموزش و آماده‌سازی نیروی انسانی برای رسیدن به مراحل تعالی و پیشرفت و ایجاد محیطی مناسب برای پرورش خلاقیت و مدیریت صحیح منابع مالی و انسانی برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری صورت گیرد. لازمهٔ ایجاد خلاقیت استفادهٔ صحیح از قدرت فکر، تخیل و در کنار آن ایجاد ذهنیت و فرهنگ‌سازی است. در این مطالعه عوامل مؤثر بر بهبود کیفیت آموزش مهندسی در راستای ارتقای اهداف تربیتی و تحصیلی دانشجویان بررسی و شناسایی شده‌اند. بر اساس نتایج، ایجاد انگیزه در استاد و دانشجو به‌عنوان نیروی محرکه در ارتقاء کیفیت آموزش شناخته شده است. لازمهٔ ایجاد انگیزه، ایجاد سازکارهای لازم برای کاهش دغدغه‌ها و افزایش پویایی و نشاط در ارتباط دانشجو با استاد و دانشگاه و همچنین برای ارتقا جایگاه استاد و توسعهٔ سیستم سلسله‌مراتبی معنادار در ارتباط استادان با یکدیگر و در شکل دادن به فضای آموزشی پویا و بانشاط است. در این مقاله روشی برای کمّی کردن عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش مهندسی ارائه شد. به‌همین‌منظور، عوامل شناسایی‌شده در گروههای اصلی شرایط محیطی و امکانات زیرساختی، شرایط شخصی (فردی)، ضوابط و مقررات، برنامه‌های درسی، برنامه‌های غیردرسی، اندرکنش با استاد و نیز با سایر افراد و محیط دسته‌بندی شد. روش ارائه‌شده برای برخی دانشگاههای جامع و مهندسی در کشور، که رشتهٔ مهندسی عمران دارند، ارزیابی شد. در نهایت پس از کمّی کردن وضعیت کیفیت آموزش مهندسی عمران در این دانشگاهها، عوامل شناسایی‌شده بر اساس اهمیت

رتبه‌بندی شد. همچنین، تأثیر عدم‌قطعیت در ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی، با برازش توابع توزیع یکنواخت به عوامل شناسایی‌شده دارای عدم‌قطعیت و تولید نمونه‌های تصادفی برای این عوامل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهندهٔ اهمیت قابل‌توجه نقش محیط دانشگاه و استاد در کیفیت آموزش مهندسی است. بر اساس روش ارائه‌شده و نتایج آن می‌توان نقاط قوت و ضعف وضعیت کیفی آموزشی در دانشگاهها را شناسایی و برای بهبود نقاط ضعف در راستای تعلیم و تربیت بهتر دانشجویان سرمایه‌گذاری کرد. برمبنای نتایج ارتباط دانشگاه با صنعت و حمایتهای خارجی از دانشجویان از جمله نقاط ضعف در سیستم آموزش مهندسی است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که یک عامل مهم، نقش استاد در ایجاد انگیزه در دانشجویان است که وزن و اهمیت بالایی دارد اما در سطح دانشگاههای کشور هنوز به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است. نتایج نشان می‌دهد در جامعهٔ آماری موردنظر، نقش برنامه‌های کمک آموزشی بسیار کم است و به سرمایه‌گذاری فرهنگی، اقتصادی و علمی در این زمینه نیاز است.

مراجع

پازارگادی، مهرنوش (۱۳۷۷). پیشرفتهای بین‌المللی در خصوص ارزیابی کیفیت در آموزش عالی. *مجله رهیافت*، ۱۸، ۴۳-۲۹.

ذوالفقار، محسن و مهرمحمدی، محمود (۱۳۸۲). ارزیابی دانشجویان از کیفیت تدریس اعضای هیئت‌علمی رشته‌های علوم انسانی دانشگاههای شهر تهران. *دانشور رفتار*، ۱۱(۶)، ۲۸-۱۷.

کاراموز، محمد و نظیف، سارا (۱۳۸۸). آموزش مهندسی با نگاه به محیط‌زیست: توسعهٔ هرم فکری هالیستیک (اکولوژیکی). *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۱(۴۳)، ۲۸-۱۳.

ABET (2000). Criteria for accrediting engineering programs. Accreditation Board for Engineering and Technology. Available at: www.abet.org.

ABET (2010). Criteria for accrediting engineering programs. Accreditation Board for Engineering and Technology. Available at: www.abet.org.

Azizi, N. and Lasonen, J. (2009). Education. training and the economy: preparing young people for a changing labor market. Institute for Educational Research: Jyvaskyla University Press.

Bailey, M.; Floersheim, R. B. and Ressler, S. J. (2002). Course assessment plan: a tool for integrated curriculum management. *Journal of Engineering Education*, 91(4), 425-434.

Balali, V.; Zahraie, B. and Roozbahani, A. (2014), A comparison of AHP and promethee family decision making methods for selection of building structural system. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2(5), 149-159.

Hiessl, Harald; Wals, R. and Dominik Toussaint. (2001). Design and sustainability assessment of scenarios of urban water infrastructure systems. *Conference Proceedings 5th International Conference on Technology and Innovation.*

Marina, M. and Anna, P. (2015). Project approach in humanities as a cognitive strategy of modern engineering education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *Elsevier*, 166, 415-421

McGourty, J.; Sebastian, C. and Swart, W. (1998). Developing a comprehensive assessment program for engineering education. *Journal of Engineering Education*, 87(4), 355.

Morais, D. C. and Adiel T. A. (2007), Group decision-making for leakage management strategy of water network. *Resources, Conservation and Recycling* 52(2), 441-459.

Moskal, B. M.; Leydens, J. A. and Pavelich, M. J. (2002). Validity, reliability and the assessment of engineering education. *Journal of Engineering Education*, 91(3), 351.

Purzer, S.; Nicholas, F. and Nataraja, K. (2016). Evaluation of Current Assessment Methods in Engineering Entrepreneurship Education. Adv. Eng. Educ.

Ramsden, P. (1991). A performance indicator of teaching quality in higher education: The course experience questionnaire. *Studies in Higher Education*, 16(2), 129-150.

Rogers, P. P. (2008). Problems with civil and environmental engineering education in the U.S. *Journal of Contemporary Water Research and Education*, 139, 3-5.

Rouvrais, S. and Lassudrie, C. (2014). An Assessment framework for engineering education systems. In International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination. Springer International Publishing. 250-255

Suarez, B.; Revilla, J. A. and Galan, L. (2011). Quality assessment in engineering education in Spain towards a new accreditation agency, *New Trends and Challenges in Engineering Education*, 24-25, Patras, Greece

Tung, Y. K. and Yen, B. C. (2005). Hydrosystems engineering uncertainty analysis. ASCE.

Buckeridgeais, D. C. and Adiel T. de Almedida (2007). Group decision-making for leakage management strategy of water network, resources. *Conservation and Recycling*, 52(2), 441-459

Buckeridge, J. S. (2000). A Y2K Imperative: the globalization of engineering education. *Global Journal of Engineering Education*, 4 (1), 19-24.

http://www.enge.vt.edu (March 2015).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی