

## ارزیابی نقش آموزش مهندسی در بهبود کیفیت آموزش مهندسی عمران

محمد کاراموز<sup>۱</sup>، زهرا زحمتکش<sup>۲</sup>، پانیز محمدپور<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استاد، دانشکده عمران، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران karamouz@ut.ac.ir

<sup>۲</sup>دکتری، دانشکده عمران، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران zahrazahmatkesh@ut.ac.ir

<sup>۳</sup>کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران paniz\_mp1991@yahoo.com

چکیده - دانشجویان سرمایه‌های انسانی جامعه برای رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و صنعتی هستند. در این میان، نقش دانشگاه به عنوان محیط اصلی رشد و اعضای هیئت علمی برای ایجاد انگیزه و هدایت دانشجویان در طول مسیر سازندگی آنها غیر قابل انکار است. دانشگاه در کنار اعضای هیئت علمی و دانشجویان سه رکن اصلی سیستم آموزش مهندسی را تشکیل می دهند. اگرچه ممکن است دانشجویان بدون وجود بستر و انگیزه مناسب مسیر تعالی و رشد را بر اساس تلاش و استعداد خود کسب کنند، اما دانشگاه و اعضای هیئت علمی پویا قطعاً مسیر تعالی فکری و حرفه ای دانشجویان را هموار و استعدادهای دست نخورده را متبلور می سازد. دانشجویان نه تنها ذینفعان بلکه محصولات اصلی این سیستم آموزشی هستند. آنها وظیفه حفظ و نگه داری جامعه را در آینده بر عهده خواهند داشت و به همین دلیل لازم است تلاش بسزایی در راستای تربیت و هدایت این سرمایه ها اختصاص داده شود. دانشگاه نه تنها بستری برای آموزش، بلکه مهد پرورش دانشجویان نیز هست. مدیریت کیفیت آموزش و پرورش دانشجویان می تواند در ایجاد و توسعه و بهبود نیروهای محرک و الگوسازی برای تربیت نسل جوان جامعه راهگشا باشد. آموزش مهندسی بستر ساز هرم موفقیت و ارتقاء نسل جوان است و توجه به آن برای ایجاد محیط و شرایط مناسب برای آموزش و پرورش این منابع انسانی ضروری است. هدف از این مطالعه، بررسی نقش آموزش مهندسی و بهبود آن در وضعیت کیفی آموزش، تربیتی و تحصیلی دانشجویان است. بدین منظور، تعاریف پایه مطرح در این زمینه بررسی و ارائه شده اند. سپس، عوامل مهمی که در قالب آنها کیفیت فردی و علمی یک دانشجو شکل می گیرد و در زمینه ارتقاء کیفیت آموزش و تحصیل دانشجویان موثرند شناسایی و رتبه بندی شده اند. بدین منظور از ابزارهای مدیریت چندمعیاره (MCDM) استفاده شده است. همچنین شاخصی جهت کمی کردن نقش آموزش مهندسی در تربیت و تحصیل دانشجویان ارائه و برای تعدادی از دانشگاه‌های جامع و مهندسی در سطح کشور به عنوان مورد مطالعاتی پیاده سازی شده است.

کلمات کلیدی: آموزش مهندسی، کیفیت آموزش، ایجاد انگیزه، دانشجو، هیئت علمی، دانشگاه

### ۱- مقدمه

آموزش مهندسی بصورت فعالیت تعلیم علم و تدریس اصول مربوط به آن، به عملکرد حرفه ای مهندسی تعریف می شود. این تعریف شامل آموزش اولیه برای تبدیل شدن به یک مهندس و هر گونه آموزش پیشرفته و تخصصی است که به دنبال آن می آید. لزوم پرداختن به آموزش مهندسی در دنیای امروز به قدری زیاد است که در برخی دانشگاه های مطرح دنیا مانند ویرجینیا تک، یک بخش دانشگاهی به این عنوان نام گذاری شده است (<http://www.enge.vt.edu>). آموزش مهندسی در دانشگاه‌ها موضوع بسیار مهم و حایز اهمیتی است که اثرگذاری بسیار وسیعی در دیگر نهادها و بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی جامعه دارد. نظام آموزش عالی در همه جوامع با تربیت تخصصی افراد بویژه با توجه به نقش آموزش مهندسی، مدیران و راهبران جامعه را در همه 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 درباره عملکرد استادان، انتخاب و گزینش استادان با پتانسیل و برجسته و استفاده از اطلاعات به‌دست آمده برای راهنمایی

دانشجویان در انتخاب درس‌ها با استادانی که از شایستگی علمی برخوردارند، در اختیار مسئولان نظام آموزشی قرار می‌دهد (ذوالفقار و مهرمحمدی ۱۳۸۲).

هدف اصلی آموزش مهندسی تربیت نیروهای متخصص است. نیروی انسانی بزرگترین سرمایه در هر کشور محسوب می‌شود. این سرمایه با ارزش می‌تواند با پرورش و بهره‌گیری موثر فکری و جسمی، پایه‌های اقتصاد کشور را دگرگون ساخته و راه‌های توسعه را هموار سازد. در بعد انسانی توسعه پایدار، توسعه منابع انسانی و بهبود تعلیم و تربیت و آموزش از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در بسیاری از کشورهای توسعه یافته (مانند ایالات متحده آمریکا) سهم قابل توجهی از رشد درآمد سرانه ناشی از تغییرات تکنولوژیکی ایجاد شده در فرآیند توسعه و مهندسی سیستم‌ها می‌باشد (Rogers 2008). در نظام آموزش عالی سیستم آموزش مهندسی از سه رکن اصلی زیر تشکیل شده است:

- دانشگاه (University): محیطی برای تبادل ایده‌ها و تعالی دانشجویان در زمینه‌های فنی، اخلاقی و حرفه‌ای می‌باشد.
  - هیئت علمی (Faculty): سیستم عاملی با ابعاد انسانی برای اجرایی کردن فرآیند تفکر و اطمینان از دستیابی به کیفیت موردنظر است. هیئت علمی سازنده، هدایت کننده و مدیران سیستم آموزش عالی هستند.
  - دانشجویان (Students): اثرپذیرندگان اصلی و در عین حال محصولات نهایی سیستم دانشگاهی هستند.
- برای توسعه آموزش مهندسی در راستای تربیت صحیح افراد متخصص، توجه و تغییر نگرش به هر سه رکن ذکر شده لازم است. در رویکردهای قدیمی، نقش هیئت علمی تنها تدریس، تحقیق و ارائه فعالیت‌های خدماتی به دانشگاه در نظر گرفته می‌شد. در حالیکه بعنوان مثال راهبری و الگوسازی در رویکردهای جامع دو مؤلفه مهم برای دستیابی به موفقیت‌های بزرگ هستند که در تعریف نقش اساتید در پیشبرد فعالیت‌های دانشگاهی نادیده گرفته شده‌اند. راهبری کمک قابل توجهی به ارتقاء سطح کیفی آموزش می‌نماید. الگوسازی، از طرف دیگر، یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به موفقیت برای افراد است و ماهیت خلاقیت و خوداتکایی را در دانشجویان بوجود می‌آورد. برخورد با محدودیت‌های دنیای واقعی و اثرات اجتماعی آن چالش‌های مهمی در زمینه‌های علمی و تحقیقاتی دانشگاهی می‌باشند. کارآفرینی واقعی با یک برنامه مناسب الگوسازی شکل می‌گیرد. فارغ‌التحصیلان بهترین شاخص برای ارزیابی موفقیت برنامه دانشگاهی در آموزش و تربیت دانشجویان می‌باشند. توسعه مشارکت فارغ‌التحصیلان نشان دهنده موفقیت یک برنامه آموزشی در ارتباط با عوامل انسانی وابسته بخود و استفاده از وابستگی و امکانات مالی فارغ‌التحصیلان خود در پیشبرد اهداف دانشگاه می‌باشد. این امر نیازمند مشارکت فعال هیئات علمی دانشگاه است (کارآموز و نظیف، ۱۳۸۸). الگوسازی و اصول به اشتراک گذاشتن دانش و انتقال تکنولوژی‌های جدید جزء هسته ارزشی آکادمیک (core academic values) دانشگاه‌های بین‌المللی است که به خوبی در سال‌های اخیر از فارغ‌التحصیلان خارجی (اساتید برگشته به کشور) به دانشجویان دکتری داخلی منتقل شده است. روال انتقال این ارزشها از نسل اول دکتری داخل به نسل دوم دانش‌آموختگان تحصیلات عالی مشخص نیست و بدلیل تولید انبوه دکتری مهندسی نگرانی‌های قابل توجهی را بوجود آورده است.

بطور خلاصه نقش استاد در تربیت دانشجویان را می‌توان بصورت زیر تعریف کرد:

- ایجاد انگیزه در دانشجویان • توجه به منافع و علایق دانشجو • ارتباط با احتیاجات دانشجویان
- ایجاد اعتماد به نفس • تقویت کردن موفقیت‌های دانشجو با پاداش

در نگرش‌های جدید آموزش ملاک‌هایی شامل دانشجویان؛ اهداف؛ دستاوردها؛ ارتقای مداوم کیفیت؛ برنامه درسی؛ اساتید؛ امکانات و پشتیبانی‌ها برای بازنگری و ارزشیابی کیفی یک برنامه 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 بطور همزمان دریابند که فن آوری جنبه‌های مختلف زندگی، وضعیت انسان و کره زیست را تغییر می‌دهد (Marina and Anna 2015). تربیت این مهندسان برای تبدیل آنها به نیروهای متخصص و حرفه‌ای در سیستم آموزشی، بر عهده یک نظام آموزش مهندسی پویا و مبتنی بر همه عوامل<sup>۱</sup> QA/QC مرتبط است. در این مطالعه، عوامل موثر بر کیفیت

<sup>1</sup> Quality Assurance/ Quality Control

آموزش مهندسی شناسایی و رتبه‌بندی شده اند. همچنین راهکاری برای کمی کردن وضعیت کیفی آموزش مهندسی در دانشگاه‌ها ارائه شده است.

## ۲- روش کار

همزمان با رشد جوامع و پیشرفت و توسعه تکنولوژی، بازنگریهای اساسی در زمینه آموزش عالی و به دنبال آن آموزش مهندسی در کشورهای مختلف صورت گرفته است. ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و فعالیت‌های زیادی در دهه‌های اخیر در ارتباط با برنامه ریزی آموزش مهندسی صورت گرفته است. علی‌رغم این تلاش‌ها و برگزاری نشست‌ها و همایش‌ها، نه تنها نقش آموزش مهندسی در رشد و تربیت دانشجویان در بسیاری از دانشگاه‌ها در سطح کشور هنوز شناخته شده نیست بلکه در مسیر عملی شدن این برنامه‌ها موانع بسیاری قرار دارد. این واقعیت باعث دشواری تحول روند برنامه ریزی و آموزش رشته مهندسی می‌شود (Buckeridge 2000). در این مطالعه، روشی پارامتریک با در نظر گرفتن ضرورت‌های زیست محیطی، اجتماعی-فرهنگی و فناوری و ارکان اصلی موثر در بهبود کیفیت آموزش مهندسی با هدف ارتقاء تربیتی و تحصیلی دانشجویان ارائه شده است. وجود روشهایی از این دست برای کمی کردن وضعیت آموزش مهندسی در سطح دانشگاهی جامعه ضروری است. همچنین بر اساس روش پیشنهاد شده موثرترین فاکتورهای موثر بر کیفیت تربیت و تحصیل دانشجویان شناسایی می‌شود.

## ۲-۱- شناسایی معیارها و وزن دهی

بر اساس روش پیشنهاد شده، معیارهای تاثیرگذار بر کیفیت علمی و فردی دانشجویان شناسایی و در یکسری گروه‌های اصلی همانند جدول ۱ دسته‌بندی شده‌اند.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده جهت ارزیابی و کمی کردن شاخص کیفیت آموزش مهندسی

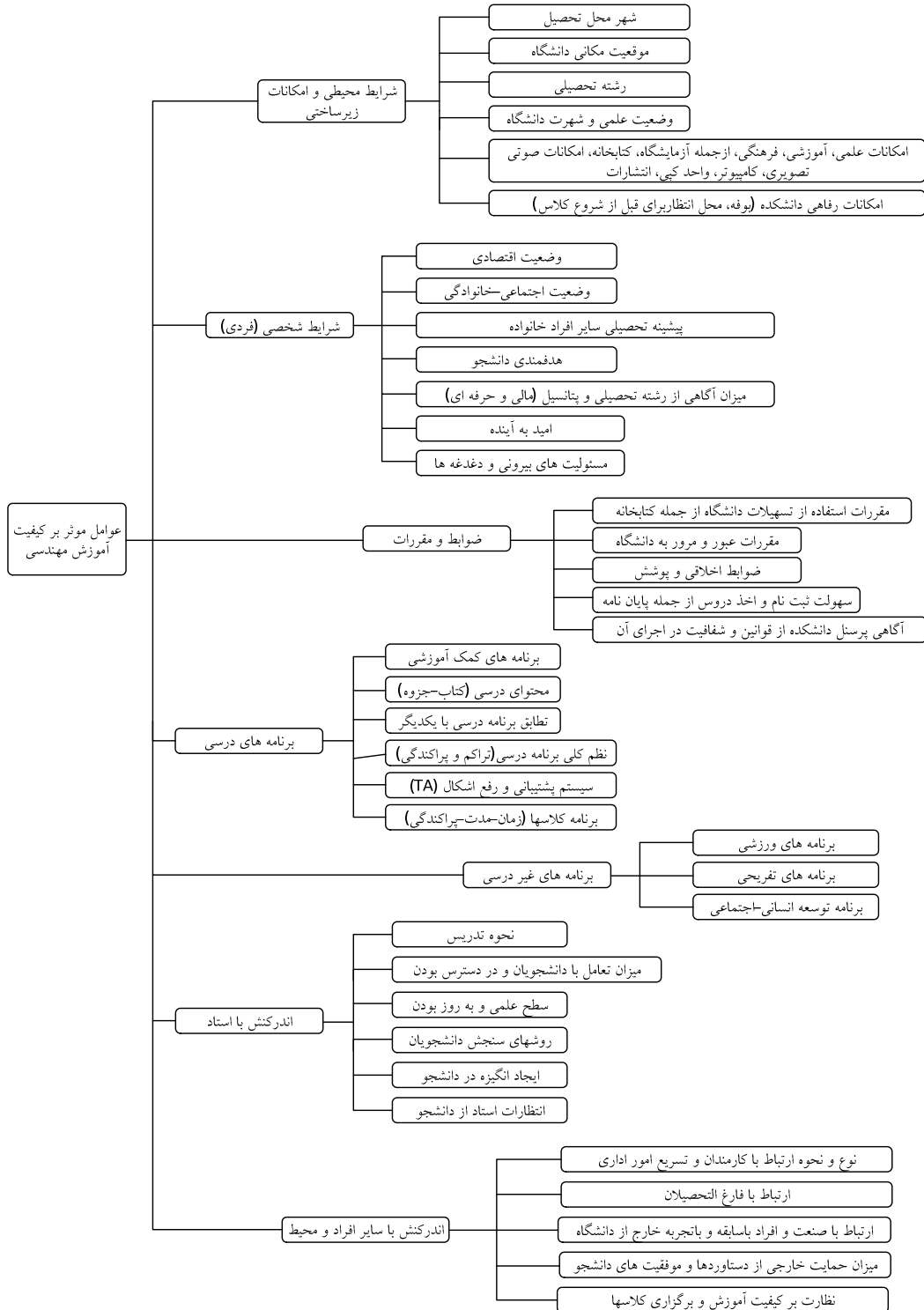
ردیف	معیار (گروه اصلی)	زیرمعیار (زیرگروه)
۱	شرایط محیطی و امکانات زیرساختی	شهر محل تحصیل
۲		موقعیت مکانی دانشگاه
۳		رشته تحصیلی
۴		وضعیت علمی و شهرت دانشگاه
۵		امکانات علمی، آموزشی، فرهنگی، از جمله آزمایشگاه، کتابخانه، امکانات صوتی تصویری، کامپیوتر، واحد کپی، انتشارات
۶		امکانات رفاهی دانشکده (بوفه، محل انتظار برای قبل از شروع کلاس)
۷	شرایط شخصی (فردی)	وضعیت اقتصادی
۸		وضعیت اجتماعی-خانوادگی
۹		پیشینه تحصیلی سایر افراد خانواده
۱۰		هدفمندی دانشجو
۱۱		میزان آگاهی از رشته تحصیلی و پتانسیل (مالی و حرفه‌ای)
۱۲		امید به آینده
۱۳	ضوابط و مقررات	مسئولیت‌های بیرونی و دغدغه‌ها
۱۴		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 دروس از جمله پایان‌نامه
۱۸		آگاهی پرسنل دانشکده از قوانین و شفافیت در اجرای آن
۱۹	برنامه‌های درسی	برنامه کلاس‌ها (زمان-مدت-پراکندگی)
۲۰		محتوای درسی (کتاب-جزوه)
۲۱		تطابق برنامه درسی با یکدیگر

ردیف	معیار (گروه اصلی)	زیرمعیار (زیرگروه)
۲۲		نظم کلی برنامه درسی (تراکم و پراکندگی)
۲۳		سیستم پشتیبانی و رفع اشکال (TA)
۲۴		برنامه های کمک آموزشی
۲۶	برنامه های غیر درسی	برنامه های ورزشی
۲۷		برنامه های تفریحی
۲۸		برنامه توسعه انسانی-اجتماعی
۲۹	اندرکنش با استاد	نحوه تدریس
۳۰		میزان تعامل با دانشجویان و در دسترس بودن
۳۱		سطح علمی و به روز بودن
۳۲		روشهای سنجش دانشجویان
۳۳		ایجاد انگیزه در دانشجو
۳۴		انتظارات استاد از دانشجو
۳۵	اندرکنش با سایر افراد و محیط	نوع و نحوه ارتباط با کارمندان و تسریع امور اداری
۳۶		ارتباط با فارغ التحصیلان
۳۷		ارتباط با صنعت و افراد باسابقه و باتجربه خارج از دانشگاه
۳۸		میزان حمایت خارجی از دستاوردها و موفقیت های دانشجو
۳۹		نظارت بر کیفیت آموزش و برگزاری کلاسها

پس از شناسایی فاکتورهای موثر، از نظرات کارشناسی یک جامعه آماری برای تعیین نسبی فاکتورها نسبت به "شکل گیری کیفیت علمی و فردی دانشجویان" استفاده شد. به این ترتیب که افراد انتخاب شده برای شرکت در آزمون (پر کردن پرسشنامه)، نمره ای بین ۰ (نشان دهنده کمترین اهمیت) تا ۱۰ (نشان دهنده بیشترین اهمیت) به فاکتورها دادند. سپس این نمرات جمع بندی و بمنظور مقیاس کردن اهمیت ها بین ۰ و ۱، بررسی سازگاری میان پاسخ ها، رتبه بندی و تعیین اهمیت فاکتورها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بعنوان یکی از روشهای تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۳</sup> استفاده شد.

این روش توسط Saaty در سال ۱۹۸۰ ارائه گردیده است. دو گام اساسی برای تهیه اطلاعات پایه مورد نیاز این روش به شرح زیر می باشند:

- یک ساختار سلسله مراتبی برای معیارها ارائه می گردد. در این ساختار، سطح صفر مربوط به هدف بوده و از آن چندین سطوح از معیارها منشعب می شوند و هر سطح به زیرمعیارهایی تقسیم می گردد. معیارها و زیرمعیارها در این مطالعه در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده اند.



شکل ۱. ساختار سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارها برای ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی

- در این روش از مقایسه زوجی<sup>۴</sup> بین معیارها استفاده می شود. معیار اصلی برای پذیرفتن مقایسه های زوجی این است که مقایسه ها با هم سازگار باشند. برای این منظور باید نشان داد که:

<sup>4</sup>Pairwise comparison

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

در این رابطه  $\lambda$  یک مقدار ویژه،  $W$  ماتریس مقایسه زوجی و  $w$  یک بردار متناظر با مقدار ویژه  $\lambda$  می باشد که ماتریس  $n \times n$  است. از آنجا که اختلاف بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسه زوجی ( $\lambda_{max}$ ) بعد ماتریس ( $n$ ) نشان دهنده میزان ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی می باشد، اختلاف  $\lambda_{max}$  و  $n$  برای تعریف ضریب ناسازگاری ( $CI$ ) استفاده شده است:

$$CI = \frac{\delta_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

همچنین نسبت ناسازگاری ( $IR$ ) به صورت زیر تعریف می شود:

$$IR = CI / CRI \quad (3)$$

که  $CRI$  ضریب ناسازگاری ماتریس تصادفی برای ماتریس  $n \times n$  است که بصورت تصادفی پر شده است. اگر  $IR < 0.1$  باشد معیار سازگاری ارضاء شده است.

## ۲-۳- شاخص کیفیت آموزش مهندسی

پس از تعیین اهمیت معیارها و زیرمعیارهای تاثیرگذار، مقادیر واقعی (مشاهداتی) آنها تعیین می شود. سپس مقادیر مشاهداتی و وزن ها با استفاده از رابطه خطی زیر با یکدیگر ترکیب می شوند تا شاخص مورد نظر کمی شود:

$$EE = \sum_{i=1}^n w_i \times v_i \quad (4)$$

در این رابطه  $w_i$  و  $v_i$  به ترتیب وزن و مقدار واقعی معیار  $i$ ام را نشان می دهند. لازم به ذکر است مقادیر مشاهداتی نیز قبل از استفاده در این رابطه استاندارد خواهند شد.

## ۳- جامعه آماری

مهندسیین عمران نقش های کلیدی را در تصمیم سازی ها و توسعه کشور دارند. جامعه آماری مورد نظر برای انجام تحلیل ها و پیاده سازی روش مورد پیشنهاد در این مطالعه، از میان دانشجویان دانشکده عمران در برخی دانشگاههای مختلف در سطح کشور انتخاب شده اند (جدول ۳). این دانشگاهها شامل دانشگاه الف (یک دانشگاه جامع)، ب (یک دانشگاه مهندسی) و ج (دانشگاه مهندسی دیگر) در شهر تهران و دانشگاه ت (یک دانشگاه جامع) در یکی از شهرستان ها بوده اند.

علی رغم پیشرفت های روزافزون علمی-دانشجویی، در برنامه ریزی آموزش مهندسی برای دانشجویان، ضعف هایی وجود دارد. این ضعف ها کم و بیش در سایر محیطهای دانشگاهی نیز مشاهده می شوند و از جمله آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اصول درسی دانشجویان در رشته مهندسی عمران در جهت برنامه ریزی نشده اند که ابعاد مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و محیط زیستی را در برگیرند. در عین حال دروس محدودی که در این زمینه ها ارائه می شوند مانند مهندسی محیط زیست، اقتصاد مهندسی و مهندسی سیستمها اغلب اختیاری بوده و اهمیت کافی به آموزش آنها داده نمی شود.

- بحث های اجتماعی مربوط به فعالیتهای مهندسی عمران معمولاً در بحثهای برنامه درسی (Curriculum) گذاشته نشده است.

- توازن منطقی و قابل قبولی بین گرایشهای مختلف مهندسی عمران وجود ندارد. در عمران بویژه در سطح کارشناسی اساساً آموزشها و دروس مربوط به گرایش سازه است. گرایشهایی همچون آب، محیط زیست، خاک و راه و ترابری به دلیل تغییر رشته عمران به عمران-سازه و عمران-آب و برگشت غیر کامل آن بدون توجه لازم به یکپارچه نگری (Integration) در رشته عمران و همچنین عدم توجه به تغییرات بین المللی در رشته مهندسی عمران بوده است.

- فضاهای آموزش عملی و ارزیابی نتایج همچون آزمایشگاهها و همچنین سایت‌های کامپیوتری محدود بوده و اساتید اغلب به ارائه مطالب تئوریک بسنده می نمایند.
- محدودیت فعالیتهای بازدیدی و امکان همکاری با صنعت، دانشجویان را از فضای عملیاتی رشته مهندسی عمران بیگانه و جدا نموده است.
- علیرغم پیشرفتهای صورت گرفته همچنان تاکید بر شیوه های سنتی آموزش و ارزیابی دانشجویان می باشد که انگیزه کافی را برای درک مفاهیم و تلاش برای یافتن موضوعات جدید در دانشجویان ایجاد نمی نماید.
- فضاهای آموزشی از استانداردهای دنیای امروز بی بهره اند.
- علیرغم اهمیت دروس پایه در درک فرآیندهای مهندسی و تصمیم سازی در شرایط مختلف و ایجاد خلاقیت مهندسی، این دروس به صورت گذرا ارائه شده و علاقمندی کافی را برای دانشجویان ایجاد نمی نمایند.

#### ۴- نتایج

مقادیر وزن‌ها بر اساس تحلیل سلسله مراتبی تخمین زده شده و در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. وزن زیرمعیارهای شناسایی شده جهت ارزیابی و کمی کردن شاخص کیفیت آموزش مهندسی

ردیف	زیرمعیار (زیرگروه)	وزن (بین ۰ و ۱۰)	وزن بر اساس تحلیل سلسله مراتبی
۱	شهر محل تحصیل	۸	۰.۰۳۶۵۴
۲	موقعیت مکانی دانشگاه	۶	۰.۰۲۷۲۰
۳	رشته تحصیلی	۶	۰.۰۲۷۳۰
۴	وضعیت علمی و شهرت دانشگاه	۹	۰.۰۴۱۰۶
۵	امکانات علمی، آموزشی، فرهنگی، از جمله آزمایشگاه، کتابخانه، امکانات صوتی تصویری، کامپیوتر، واحد کپی، انتشارات	۹	۰.۰۴۱۰۶
۶	امکانات رفاهی دانشکده (بوفه، محل انتظار برای قبل از شروع کلاس)	۷	۰.۰۳۲۰۳
۷	وضعیت اقتصادی	۴	۰.۰۱۴۳۱
۸	وضعیت اجتماعی-خانوادگی	۴	۰.۰۱۴۳۱
۹	پیشینه تحصیلی سایر افراد خانواده	۵	۰.۰۱۷۸۵
۱۰	هدفمندی دانشجو	۱۰	۰.۰۳۵۸۷
۱۱	میزان آگاهی از رشته تحصیلی و پتانسیل (مالی و حرفه ای)	۸	۰.۰۲۸۶۳
۱۲	امید به آینده	۹	۰.۰۳۲۱۷
۱۳	مسئولیت های بیرونی و دغدغه ها	۷	۰.۰۲۵۰۹
۱۴	مقررات استفاده از تسهیلات دانشگاه از جمله کتابخانه	۵	۰.۰۱۶۵۰
۱۵	مقررات عبور و مرور به دانشگاه	۵	۰.۰۱۶۵۰
۱۶	ضوابط اخلاقی و پوشش	۴	۰.۰۱۳۲۲
۱۷	سهولت ثبت نام و اخذ دروس از جمله پایان نامه	۸	۰.۰۲۶۴۴
۱۸	آگاهی پرسنل دانشکده از قوانین و شفافیت در اجرای آن	۹	۰.۰۲۹۷۲
۱۹	برنامه کلاسها (زمان-مدت-پراکندگی)	۸	۰.۰۳۳۶۷
۲۰	محتوای درسی (کتاب-جزوه)	۸	۰.۰۳۳۶۷
۲۱	تطابق برنامه درسی با یکدیگر	۷	۰.۰۲۹۴۱
۲۲	نظم کلی برنامه درسی (تراکم و پراکندگی)	۸	۰.۰۳۳۶۷
۲۳	سیستم پشتیبانی و رفع اشکال (TA)	۸	۰.۰۳۳۶۷
۲۴	برنامه های کمک آموزشی	۵	۰.۰۲۱۰۹
۲۶	برنامه های ورزشی	۵	۰.۰۱۶۰۶
۲۷	برنامه های تفریحی	۵	۰.۰۱۶۰۶

ردیف	زیرمعیار (زیرگروه)	وزن (بین ۰ و ۱۰)	وزن بر اساس تحلیل سلسله مراتبی
۲۸	برنامه توسعه انسانی-اجتماعی	۶	۰.۰۱۹۲۵
۲۹	نحوه تدریس	۸	۰.۰۲۹۶۰
۳۰	میزان تعامل با دانشجویان و در دسترس بودن	۸	۰.۰۲۹۶۰
۳۱	سطح علمی و به روز بودن	۸	۰.۰۲۹۶۰
۳۲	روشهای سنجش دانشجویان	۷	۰.۰۲۵۹۰
۳۳	ایجاد انگیزه در دانشجو	۱۰	۰.۰۳۷۰۰
۳۴	انتظارات استاد از دانشجو	۹	۰.۰۳۳۳۰
۳۵	نوع و نحوه ارتباط با کارمندان و تسریع امور اداری	۶	۰.۰۱۷۱۱
۳۶	ارتباط با فارغ التحصیلان	۷	۰.۰۱۹۹۸
۳۷	ارتباط با صنعت و افراد با سابقه و باتجربه خارج از دانشگاه	۷	۰.۰۱۹۹۸
۳۸	میزان حمایت خارجی از دستاوردها و موفقیت های دانشجو	۸	۰.۰۲۲۷۵
۳۹	نظارت بر کیفیت آموزش و برگزاری کلاسها	۸	۰.۰۲۲۷۵

همچنین، مقدار واقعی معیارها با استاندارد شدن به دو حد حداقل ۰ و حداکثر ۱۰۰، بر اساس مشخصات جامعه آماری (گروهی از دانشجویان مهندسی عمران و اساتید آنها) در در جدول ۳ گزارش شده اند.

جدول ۳. مقادیر مشاهداتی برای زیرمعیارهای شناسایی شده جهت ارزیابی و کمی کردن شاخص کیفیت آموزش مهندسی

ردیف	زیرمعیار (زیرگروه)	مقدار مشاهداتی (الف)	مقدار مشاهداتی (ب)	مقدار مشاهداتی (ج)	مقدار مشاهداتی (د)
۱	شهر محل تحصیل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۵
۲	موقعیت مکانی دانشگاه	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰
۳	رشته تحصیلی	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰
۴	وضعیت علمی و شهرت دانشگاه	۱۰۰	۸۵	۱۰۰	۷۰
۵	امکانات علمی، آموزشی، فرهنگی، از جمله آزمایشگاه، کتابخانه، امکانات صوتی تصویری، کامپیوتر، واحد کپی، انتشارات	۷۵	۷۰	۷۰	۶۰
۶	امکانات رفاهی دانشکده (بوفه، محل انتظار برای قبل از شروع کلاس)	۶۰	۷۰	۵۵	۴۵
۷	وضعیت اقتصادی	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵
۸	وضعیت اجتماعی-خانوادگی	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
۹	پیشینه تحصیلی سایر افراد خانواده	۷۰	۶۰	۷۵	۶۵
۱۰	هدفمندی دانشجو	۸۰	۷۰	۸۵	۷۰
۱۱	میزان آگاهی از رشته تحصیلی و پتانسیل (مالی و حرفه ای)	۷۵	۷۰	۸۰	۶۰
۱۲	امید به آینده	۶۵	۶۰	۶۵	۵۰
۱۳	مسئولیت های بیرونی و دغدغه ها	۴۵	۵۰	۳۰	۳۰
۱۴	مقررات استفاده از تسهیلات دانشگاه از جمله کتابخانه	۷۰	۷۰	۶۵	۶۰
۱۵	مقررات عبور و مرور به دانشگاه	۶۵	۴۰	۴۰	۴۵
۱۶	ضوابط اخلاقی و پوشش	۸۵	۶۰	۶۰	۶۰
۱۷	سهولت ثبت نام و اخذ دروس از جمله پایان نامه	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵
۱۸	آگاهی پرسنل دانشکده از قوانین و شفافیت در اجرای آن	۷۵	۷۰	۷۵	۷۵



ردیف	زیرمعیار (زیرگروه)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه الف)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه ب)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه ج)	مقدار مشاهداتی (دانشگاه د)
۱۹	برنامه کلاسها (زمان-مدت-پراکندگی)	۶۵	۷۰	۶۰	۵۰
۲۰	محتوای درسی (کتاب-جزوه)	۹۰	۷۰	۹۵	۸۰
۲۱	تطابق برنامه درسی با یکدیگر	۵۵	۶۰	۵۰	۵۰
۲۲	نظم کلی برنامه درسی (تراکم و پراکندگی)	۵۵	۵۰	۵۵	۵۰
۲۳	سیستم پشتیبانی و رفع اشکال (TA)	۸۰	۶۰	۸۵	۷۰
۲۴	برنامه های کمک آموزشی	۴۰	۳۰	۳۵	۳۰
۲۶	برنامه های ورزشی	۴۵	۷۰	۴۰	۴۰
۲۷	برنامه های تفریحی	۷۰	۶۵	۶۵	۵۰
۲۸	برنامه توسعه انسانی-اجتماعی	۳۵	۲۰	۴۰	۲۵
۲۹	نحوه تدریس	۸۰	۷۵	۷۵	۶۰
۳۰	میزان تعامل با دانشجویان و در دسترس بودن	۷۰	۵۰	۵۰	۵۰
۳۱	سطح علمی و به روز بودن	۹۰	۸۰	۹۰	۸۰
۳۲	روشهای سنجش دانشجویان	۹۵	۸۰	۹۵	۸۵
۳۳	ایجاد انگیزه در دانشجو	۶۵	۵۰	۵۵	۴۵
۳۴	انتظارات استاد از دانشجو	۸۰	۶۰	۸۰	۸۰
۳۵	نوع و نحوه ارتباط با کارمندان و تسریع امور اداری	۵۵	۵۰	۶۰	۴۵
۳۶	ارتباط با فارغ التحصیلان	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰
۳۷	ارتباط با صنعت و افراد باسابقه و باتجربه خارج از دانشگاه	۲۵	۲۰	۲۰	۱۰
۳۸	میزان حمایت خارجی از دستاوردها و موفقیت های دانشجو	۵۰	۴۰	۶۰	۴۰
۳۹	نظارت بر کیفیت آموزش و برگزاری کلاسها	۸۰	۷۰	۸۰	۷۵

نتایج تحلیل سلسله مراتبی برای محاسبه وزنهای نشان می دهد ضریب ناسازگاری کمتر از ۰.۰۱ بوده است. با استفاده از رابطه ۴، شاخص ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی برای هر ۴ دانشگاه به شرح جدول ۴ کمی شده است. لازم به ذکر است مقدار شاخص مورد نظر عددی است که بین حداقل ۰ و حداکثر ۱ تغییر می کند و مقادیر بیشتر آن مطلوبتر است.

جدول ۴. مقدار کمی شده شاخص ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی در دانشگاه های مورد مطالعه

دانشگاه	دانشگاه الف	دانشگاه ب	دانشگاه ج	دانشگاه د
مقدار شاخص EE	۰.۶۸	۰.۶۰	۰.۶۵	۰.۶۱

مشاهده می شود از میان دانشگاه های مورد مطالعه، دانشگاه الف بیشترین مقدار شاخص کیفی را به خود اختصاص داده است. مقایسه بین دانشگاه ها در سطح کلان شهر تهران نشان می دهد که دانشگاه جامع الف با اختلاف کمی عملکرد بهتری در آموزش مهندسی دارد. این نتایج براساس مقایسه بین دانشگاه جامع در شهرستان (دانشگاه د) با یک دانشگاه جامع در تهران (دانشگاه الف) نیز قابل تایید است. شاید بتوان نتیجه گرفت وجود رشته های مختلف دانشگاهی در کنار هم در یک محیط آموزشی، می تواند تاثیر مثبتی روی عملکرد آموزش مهندسی داشته باشد. بر اساس نتایج جدول ۳، مشاهده می شود از جمله نقاط ضعف در سیستم آموزش مهندسی ارتباط دانشگاه با صنعت و حمایت های خارجی از دانشجویان است. همچنین یک عامل مهم با وزن و اهمیت بالا، نقش استاد در ایجاد انگیزه در دانشجویان است که در سطح دانشگاه های کشور هنوز به اندازه کافی تشویق نشده است. نتایج همچنین نشان می دهند که گرچه ضوابط خارجی و محیطی برای اداره دانشگاه ها لازم است، اما نحوه پیاده سازی آن چندان مورد توجه قرار نمی گیرد در نتیجه می تواند، تاثیر منفی در عملکرد سیستم آموزشی داشته

باشد. بر اساس نتایج، نقش برنامه‌های کمک آموزشی نیز بسیار کم‌رنگ است و نیاز به سرمایه‌گذاری فرهنگی، اقتصادی و علمی در این زمینه مشاهده می‌شود.

بر اساس نتایج این مطالعه، مهمترین عوامل موثر در کیفیت آموزش مهندسی رتبه بندی شده اند (از ۱ تا سی و نه). مهمترین عوامل به گروه‌های اصلی ۱ (شرایط محیطی و امکانات زیرساختی)، ۶ (اندرکنش با استاد) و ۲ (شرایط شخصی/هدفمندی دانشجو) متعلقند، که مورد آخر نشان دهنده اهمیت خانواده و آموزش‌های قبل از دانشگاه است. این عوامل شامل زیرمعیارهایی مانند وضعیت علمی و شهرت دانشگاه، امکانات علمی، آموزشی، ایجاد انگیزه در دانشجو، برنامه کلاس‌ها و انتظارات استاد از دانشجو می‌باشند. این نتایج نشان دهنده اهمیت و نقش دانشگاه، استاد و دانشجو در کیفیت آموزش مهندسی است. بر اساس نظرات کارشناسی، مواردی چون برنامه های تفریحی یا برنامه های ورزشی از اهمیت زیادی در کیفیت آموزش مهندسی برخوردار نیستند.

### ۵- خلاصه و نتیجه گیری

با توجه به 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 آماده سازی نیروی انسانی برای رسیدن به مراحل تعالی و پیشرفت و ایجاد محیطی مناسب برای پرورش خلاقیت و مدیریت صحیح منابع مالی و انسانی برنامه ریزی و سرمایه گذاری صورت گیرد. لازمه ایجاد خلاقیت استفاده صحیح از قدرت فکر، تخیل و در کنار آن ایجاد ذهنیت و فرهنگ سازی است. در این مطالعه، عوامل موثر بر بهبود کیفیت آموزش مهندسی در راستای ارتقای اهداف تربیتی و تحصیلی دانشجویان بررسی و شناسایی شده اند. بر اساس نتایج، ایجاد انگیزه در استاد و دانشجو به عنوان نیروی محرکه در ارتقا کیفیت آموزش شناخته شده است. لازمه ایجاد انگیزه، ایجاد ساخت و کارهای لازم برای کاهش دغدغه ها و افزایش پویایی و نشاط در ارتباط دانشجو با استاد و دانشگاه و همچنین ایجاد ساخت و کارهای لازم برای ارتقا جایگاه استاد و توسعه سیستم سلسله مراتبی معنی دار در ارتباط اساتید با یکدیگر و در شکل دادن به فضای آموزشی پویا و بانشاط است. در این مقاله، روشی برای کمی کردن عوامل موثر بر کیفیت آموزش مهندسی ارائه شده است. بدین منظور فاکتورهای شناسایی شده در گروه های اصلی شرایط محیطی و امکانات زیرساختی، شرایط شخصی (فردی)، ضوابط و مقررات، برنامه های درسی، برنامه های غیردرسی، اندرکنش با استاد و اندرکنش با سایر افراد و محیط دسته بندی شد. روش ارائه شده برای برخی دانشگاههای جامع و مهندسی در کشور که رشته مهندسی عمران دارند مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت پس از کمی کردن وضعیت کیفیت آموزش مهندسی عمران در این دانشگاهها، فاکتورهای شناسایی شده بر اساس اهمیتشان رتبه بندی شد. نتایج نشان دهنده اهمیت قابل توجه نقش محیط دانشگاه و استاد در کیفیت آموزش مهندسی است. بر اساس روش ارائه شده و نتایج آن می توان نقاط قوت و ضعف وضعیت کیفی آموزشی در دانشگاهها را شناسایی و برای بهبود نقاط ضعف در راستای تعلیم و تربیت بهتر دانشجویان سرمایه گذاری کرد.

### ۶- مراجع

6. Mälkki, H., & Paatero, J. V. (2014). Curriculum planning in energy engineering education. *Journal of Cleaner Production*

7. Rogers, P.P., (2008), "Problems with Civil and Environmental Engineering Education in the U.S.", *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 139, 3-5.

۸. بازارگادی، م. (۱۳۷۷)، پیشرفت‌های بین‌المللی در خصوص ارزیابی کیفیت در آموزش عالی، مجله رهیافت، شماره ۱۸، صص. ۴۳-۲۹.

۹. ذوالفقار، م. و محمدی، م. (۱۳۸۲)، ارزیابی دانشجویان از کیفیت تدریس اعضای هیئت علمی رشته‌های علوم انسانی دانشگاه‌های شهر تهران، دانشورفتار، سال یازدهم، شماره ۶، صص. ۲۸-۱۷.

۱۰. کاراموز، م. و نظیف، س. (۱۳۸۸)، آموزش مهندسی با نگاه به محیط زیست: توسعه هرم فکری هالیستیک (اکولوژیکی).

1. ABET (2010), Criteria for accrediting engineering programs, Accreditation Board for Engineering and Technology, Available at: [www.abet.org](http://www.abet.org)

2. Azizi, N. and Lasonen, J. (2009), *Education, training and the Economy: Preparing Young People for a Changing Labor market*, Institute for Educational Research: Jyväskylä University Press.

3. Buckridge, J.S., (2000), "A Y2K Imperative: the Globalisation of Engineering Education", *Global Journal of Engineering Education*, 4 (1), 19-24

4. <http://www.enge.vt.edu>

5. Marina, M., & Anna, P. (2015). Project Approach in Humanities as a Cognitive Strategy of Modern Engineering Education. *Procedia-Social and Behavioral*