

ارزیابی آموزش مهندسی عمران

علی کاوه

استاد مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

و عضو پیوسته گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم

چکیده: در این تحقیق معیارهای ارزیابی آموزش مهندسی عمران مورد مطالعه قرار گرفته است. پرسشنامه‌ای برای سه گروه از دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، و دانش‌آموختگان طراحی شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این پرسشنامه حاوی یازده معیار بود و اهمیت هر کدام از معیارها توسط پاسخ‌دهندگان ارزیابی شده است.

۱. مقدمه

صاحبان صنایع معمولاً از دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی تغییراتی را در آموزش مهندسی تقاضا می‌کنند، که دانش‌آموختگان بتوانند به گونه‌ای مؤثر و در همان ابتدای شروع به کار حرفه‌ای، مشکلات صنعت را برطرف کنند. از طرف دیگر، استادان عموماً ترجیح می‌دهند استاندارد آموزش در سطح بالا باقی بماند و به دادن بینش و توانایی‌های اساسی به دانشجو بیش‌تر اهمیت می‌دهند و معتقدند که هر مهندس فارغ‌التحصیل خوب می‌تواند پس از مدتی کارآموزی یا کار، با مشکلات حرفه و تخصص مربوط آشنا شود و آن‌ها را برطرف سازد. به نظر نویسنده لازم است آموزش مهندسی با پیشرفت‌های اخیر در علوم و فنون بهنگام شود و تحول دائمی در آموزش مهندسی صورت پذیرد.

برای آگاهی از نظر دست‌اندرکاران در باره آموزش مهندسی از سه گروه شامل دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا، و دانش‌آموختگانی که با صنعت همکاری دارند پرسش‌هایی بعمل آمده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مقاله حاضر به بررسی نظرهای ارائه شده در همین زمینه می‌پردازد. سؤالات برای هر سه گروه بطور یکسان طراحی شده است تا مقایسه بین نظرهای گروه‌های فوق‌الذکر امکان‌پذیر باشد. سعی بر این بوده است تا این پرسش‌ها هماهنگ با سؤالاتی باشد که در سطح جهانی بصورت تقریباً استاندارد مطرح می‌شوند تا بتوان مقایسه‌ای بین دانشجویان کشورمان و دانشجویان کشورهای پیشرفته صنعتی نیز انجام شود. این سؤالات که در بخش بعدی آمده تشابه کامل با سؤالات مؤسسه ABET [۱-۳] دارد. پرسشنامه‌های تهیه شده توسط دانشجویان و فارغ‌التحصیلان دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران تکمیل شده‌اند.

۲. معیارهای ارزیابی آموزش مهندسی

از مهم‌ترین اهداف آموزش مهندسی می‌توان به مباحث ذیل اشاره کرد:

(الف) اطمینان از آمادگی فارغ‌التحصیلان به منظور ورود به حرفه مهندسی،

(ب) ارتقا و بهبود سطح علمی آموزش مهندسی،

(ج) تشویق به کارگیری روش‌های نو و بدیع در آموزش.

برای رسیدن به اهداف فوق‌الذکر فارغ‌التحصیلان باید خصوصیات را دارا باشند. مهم‌ترین این خصوصیات به قرار زیر است:

۱. توانایی به کارگیری آموخته‌های ریاضی، علوم و مهندسی،
۲. توانایی طراحی و انجام دادن آزمایش‌های تجربی و همچنین تحلیل و تفسیر داده‌ها،
۳. توانایی طراحی یک سیستم، یک مؤلفه و یا یک فرایند، برای رفع شرایط مورد نظر،
۴. توانایی همکاری با یک سیستم چند منظوره،
۵. توانایی تشخیص، فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی،
۶. فهم حرفه و مسئولیت‌های سنتی،
۷. توانایی همکاری مؤثر در انجام دادن پروژه‌های مهندسی،
۸. آموزش وسیع برای فهم آثار تحلیل‌های مهندسی در قالب کلی،
۹. تشخیص نیاز به کسب توانایی در روند یادگیری مستمر در طول عمر،
۱۰. داشتن اطلاعات از امور روزانه،
۱۱. توانایی به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای انجام دادن کارهای عملی مهندسی.

براساس خصوصیات فوق، پرسشنامه‌هایی برای سه گروه از دانشجویان و فارغ التحصیلان دانشگاه علم و صنعت طراحی شده که نتایج آن در بخش بعدی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۳. نظرهای دانشجویان کارشناسی در مورد درجه اهمیت معیارهای طراحی برنامه‌های آموزشی

پرسشنامه تهیه شده در بین ۸۰ دانشجوی کارشناسی توزیع گردید که از بین آن‌ها ۷۵ پرسشنامه تکمیل شده قابل استفاده بودند. برای یازده نوع توانایی معرفی شده درجات بالا، متوسط، پایین و هیچ‌کدام در نظر گرفته شد. گزینه‌های فوق‌الذکر برای درجه اهمیت بالا، متوسط، پایین برای توانایی مورد نظر مطرح بوده و در حالی که پاسخ‌دهنده نامطمئن بوده و یا هیچ‌کدام از گزینه‌های قبلی را قبول نداشته، گزینه «هیچ‌کدام» را انتخاب کرده است.

اطلاعات حاصل از پرسشنامه‌های تکمیل شده در جدول ۱ آمده است. در این جدول ستونی برای امتیاز ترکیبی در نظر گرفته شده که این امتیاز براساس امتیاز ۴ برای گزینه بالا، ۳ برای گزینه متوسط، ۲ برای گزینه پایین و ۱ برای گزینه «هیچ‌کدام» محاسبه شده است.

جدول ۱ جدول درجه اهمیت معیارهای مورد استفاده در طراحی برنامه‌های آموزشی

(نظرات دانشجویان کارشناسی)

نوع توانایی	بالا	متوسط	پایین	هیچ‌کدام	امتیاز ترکیبی
توانایی به کارگیری آموخته‌های ریاضی، علوم و مهندسی	%۶۲/۱	%۳۶/۲	%۱/۷	%۰	۳/۶۰
توانایی طراحی و انجام دادن آزمایش‌های تجربی و همچنین تحلیل داده‌ها	%۶۹/۰	%۲۸/۶	%۱/۷	%۷۱	۳/۰۳
توانایی طراحی یک سیستم، یک مؤلفه یا یک فرایند، برای رفع نیازهای مورد نظر	%۷۷/۶	%۲۲/۴	%۰	%۰	۳/۷۸
توانایی همکاری با یک سیستم چند منظوره	%۶۲/۱	%۳۲/۸	%۰	%۵/۲	۳/۵۲
توانایی تشخیص فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی	%۴۴/۸	%۵۵/۲	%۰	%۰	۳/۴۵
فهم حرفه و مسئولیت‌های سنتی	%۴۴/۸	%۴۸/۳	%۵/۲	%۱/۷	۳/۳۶
توانایی همکاری مؤثر در طرح‌های مهندسی	%۶۳/۸	%۳۲/۸	%۰	%۳/۴	۳/۵۷
آموزش وسیع برای فهم آثار تحلیل‌های مهندسی در قالب کلی	%۳۹/۷	%۵۵/۲	%۵/۲	%۰	۳/۳۵
تشخیص نیاز به کسب توانایی به منظور یادگیری مستمر در طول عمر	%۶۰/۳	%۳۴/۵	%۱/۷	%۳/۴	۳/۵۲
داشتن اطلاعات در امور روزانه	%۵۸/۶	%۴۱/۴	%۰	%۰	۳/۵۹
توانایی به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای انجام دادن کارهای عملی مهندسی	%۸۷/۹	%۱۰/۳	%۰	%۱/۷	۳/۸۴

در مورد جدول ۱ نتایج زیر را می‌توان مطرح کرد:

تقریباً "۷۰ درصد از دانشجویان کارشناسی بر این باورند که سه توانایی زیر در حد بالا باید مدنظر قرار گیرد.

- توانایی به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی مورد نیاز برای انجام دادن کارهای علمی مهندسی،

- توانایی طراحی یک سیستم، یک مؤلفه و یا یک پروسه، برای رفع نیازهای موردنظر،

- توانایی طراحی و انجام دادن آزمایش‌های تجربی و همچنین تحلیل داده‌ها.

حدود ۶۰ درصد از این دانشجویان اهمیت پنج توانایی زیر را نیز در حد بالا قبول دارند:

- به کارگیری آموخته‌های ریاضی، علوم و مهندسی،

- همکاری با یک سیستم چند منظوره،

- همکاری مؤثر،

- تشخیص نیاز به کسب توانایی در فرایند یادگیری مستمر و مادام‌العمر،

- داشتن اطلاعات در امور روزانه.

بقیه موارد در حد «متوسط» ارزیابی شده است.

پیشنهادهایی از طرف دانشجویان کارشناسی برای درج در جدول ارائه شده‌اند که عبارتند از:

۱. توانایی نوآوری و خلاقیت در پروژه‌های مهندسی،

۲. توانایی استفاده مطلوب از مراجع،

۳. توانایی تطبیق مهندسان با نیازهای جامعه،

۴. توانایی تلفیق دانش مهندسی با امکانات اقتصادی روز،

۵. توانایی انجام دادن کارهای عملی، اجرایی و مدیریتی،

۶. توانایی برقراری روابط اجتماعی با دیگر قشرهای مردم (بجز مهندسان)،

۷. توانایی‌های هنری مختلف و فهم زبان‌های زنده دنیا،

۸. توانایی درک مسائل محیط زیست.

دو مورد اول را می‌توان از جمله توانایی‌های تحقیقاتی دانست و سه مورد بعدی را در گروه

توانایی‌های مدیریتی قرار داد. مورد ۶ و ۷ در ارتباط مهندسان با جامعه اثر مثبت خواهد داشت و

مورد ۸ قطعاً باید جزء یکی از موارد مورد توجه در آموزش مهندسان عمران باشد.

پیشنهاد دیگری در مورد ایجاد انگیزه برای رعایت منافع ملی از طرف یکی از دانشجویان مطرح گردیده است.

۴. نظرهای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری در باره درجه اهمیت معیارهای طراحی برنامه های آموزشی

پرسشنامه ها توسط ۳۵ دانشجوی کارشناسی ارشد و دکتری از دانشگاه علم و صنعت کامل شده و نتایج در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ نظرهای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری

نوع توانایی	بالا	متوسط	پایین	هیچ کدام	امتیاز ترکیبی
به کارگیری آموخته های ریاضی، علوم و مهندسی	۶۶/۷٪	۳۳/۳٪	۰٪	۰٪	۳/۶۷
طراحی و انجام دادن آزمایش های تجربی و همچنین تحلیل داده ها	۸۵/۷٪	۹/۵٪	۴/۸٪	۰٪	۳/۸
طراحی یک سیستم، یک مؤلفه یا یک فرایند، برای رفع نیازهای مورد نظر	۶۶/۷٪	۲۸/۶٪	۴/۸٪	۰٪	۳/۶۲
همکاری با یک سیستم چند منظوره	۴۰٪	۵۵/۲٪	۴/۸٪	۰٪	۳/۳۵
تشخیص، فرمول بندی و حل مسائل مهندسی	۷۱/۴٪	۲۸/۶٪	۰٪	۰٪	۳/۷۱
فهم حرفه و مسئولیت های سستی همکاری مؤثر	۴۷/۶٪	۵۲/۴٪	۰٪	۰٪	۳/۴۸
آموزش وسیع برای فهم آثار تحلیل های مهندسی در قالب کلی	۵۵٪	۴۵٪	۰٪	۰٪	۳/۵۵
تشخیص نیاز به کسب توانایی در فرایند یادگیری مستمر مادام العمر	۵۶/۷٪	۳۳/۳٪	۱۰٪	۰٪	۳/۴۷
داشتن اطلاعات در امور روزانه	۳۵٪	۵۵/۴٪	۹/۶٪	۰٪	۳/۲۵
به کارگیری فنون، مهارت ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای انجام دادن کارهای عملی مهندسی	۷۱/۴٪	۲۸/۶٪	۰٪	۰٪	۳/۷۱

- بیش از ۸۵ درصد از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری توانایی زیر را مهم دانسته‌اند:
- طراحی و انجام دادن آزمایش‌های تجربی و همچنین تحلیل داده‌ها،
- این انتخاب، لزوم توجه به ایجاد آزمایشگاهها در سطح بالا را برای کارهای تحقیقاتی این دانشجویان ایجاب می‌کند. در حدود ۷۰ درصد توانایی‌های زیر را حد بالا تشخیص داده‌اند.
- به کارگیری آموخته‌های ریاضی، علوم و مهندسی،
- طراحی یک سیستم، یک مؤلفه یا یک پروسه، برای رفع نیازهای مورد نظر،
- تشخیص، فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی،
- به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای کارهای عملی مهندسی مهندسی.

۵. نظر فارغ‌التحصیلان در مورد درجه اهمیت معیارهای طراحی برنامه‌های آموزش

- پرسشنامه‌های تهیه شده در بین ۳۰ نفر از دانش‌آموختگان توزیع شد که بر اساس آن‌ها، جدول شماره ۳ تنظیم گردیده است. بیش از ۸۰ درصد از فارغ‌التحصیلان توانایی زیر را مهم دانسته‌اند:
- به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای انجام دادن کارهای عملی مهندسی

- بیش از ۲ درصد توانایی‌های زیر را در حد بالا ارزیابی کرده‌اند:
- طراحی یک سیستم، یک مؤلفه یا یک فرایند، برای رفع نیازهای مورد نظر،
- تشخیص، فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی.
- حدود ۵۶ درصد اهمیت توانایی‌های زیر را در حد بالا تشخیص داده‌اند:
- همکاری با یک سیستم چند منظوره،
- فهم حرفه و مسئولیت‌های سنتی،
- آموزش وسیع برای فهم آثار تحلیل‌های مهندسی در قالب کلی،
- تشخیص نیاز به کسب توانایی در فرایند یادگیری مستمر مادام‌العمر،
- داشتن اطلاعات در امور روزانه.

جدول شماره ۳ درجه اهمیت معیارهای مورد استفاده در طراحی برنامه‌های آموزشی

(نظرات فارغ التحصیلان)

نوع توانایی	بالا	متوسط	پایین	هیچ‌کدام	امتیاز ترکیبی
به کارگیری آموخته‌های ریاضی، علوم و مهندسی	۴۳/۷۵٪	۵۰٪	۶/۲۵٪	۰٪	۳/۳۷
طراحی و انجام دادن آزمایش‌های تجربی و همچنین تحلیل داده‌ها	۴۳/۷۵٪	۵۶/۲۵٪	۰٪	۰٪	۳/۴۴
طراحی یک سیستم، یک مؤلفه یا یک فرایند، برای رفع نیازهای مورد نظر	۶۲/۵٪	۳۱/۲۵٪	۶/۲۵٪	۰٪	۳/۵۶
همکاری با یک سیستم چند منظوره	۵۶/۲۵٪	۲۵/۰٪	۶/۲۵٪	۱۲/۵٪	۳/۲۵
تشخیص، فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی	۶۲/۵٪	۳۱/۲۵٪	۶/۲۵٪	۰٪	۳/۵۶
فهم حرفه و مسئولیت‌های سنتی	۵۶/۲۵٪	۱۸/۷۵٪	۲۵/۰٪	۰٪	۳/۳۱
همکاری مؤثر در پروژه‌های مهندسی	۴۳/۷۵٪	۴۳/۷۵٪	۶/۲۵٪	۶/۲۵٪	۳/۲۵
آموزش وسیع برای فهم آثار تحلیل‌های مهندسی در قالب کلی	۵۶/۲۵٪	۳۱/۲۵٪	۱۲/۵٪	۰٪	۳/۴۴
تشخیص نیاز به کسب توانایی در فرایند یادگیری مستمر مادام‌العمر	۵۶/۲۵٪	۴۳/۷۵٪	۰٪	۰٪	۳/۵۶
داشتن اطلاعات در امور روزانه	۵۶/۲۵٪	۳۷/۵٪	۰٪	۶/۲۵٪	۳/۴۴
به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای انجام دادن کارهای عملی مهندسی	۸۱/۲۵٪	۱۸/۷۵٪	۰٪	۰٪	۳/۸۱

توانایی‌های دیگری را نیز دانش‌آموختگان پیشنهاد کرده‌اند که عبارتند از:

۱. ایجاد نظم،

۲. گزارش نویسی و سخنرانی،

۳. توانایی ایجاد زمینه‌ای مناسب برای تفکر.

مورد اول و دوم به توانایی مدیریتی و مورد سوم به توانایی‌های تحقیقاتی ارتباط پیدا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که فارغ التحصیلان، تمام معیارهای ارزیابی را مهم تشخیص نمی‌دهند. این بدان معنا است که ضرورتاً تمام فارغ التحصیلان نباید برای احراز مسئولیت‌های حرفه‌ای در سطح بالا تربیت شوند. به هر حال، انتخاب گزینه سطر آخر جدول از طرف دانشجویان و فارغ التحصیلان، علاقه همگان را برای آشنایی و به کارگیری دستاوردهای جدید مهندسی نمایان می‌سازد.

۶. مقایسه نظرهای دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا و دانش‌آموختگان

جهت مقایسه سه گروه از افرادی که نظرهای خود را ارائه داده‌اند جدول ۴ تنظیم شده است. این جدول درصد اولویت "بالا" برای موارد انتخاب شده را نشان می‌دهد.

۷. بحث و بررسی

همانطوری که از جدول ۴ ملاحظه می‌شود، توانایی زیر مورد علاقه هر سه گروه بوده، ضرورت بهنگام شدن اطلاعات دانشجویان و مهندسان را تأیید می‌کند. - توانایی به کارگیری فنون، مهارت‌ها و دستاوردهای جدید مهندسی برای انجام دادن کارهای عملی مهندسی.

با توجه به این علاقه مشترک شاید لازم باشد مدارک حرفه‌ای برای ارزیابی این توانایی‌ها طراحی گردد تا مهندسان همواره درصدد بهنگام کردن اطلاعات علمی و فنی خود باشند. تفاوت درصد توانایی به کارگیری آموخته‌های ریاضی علوم و مهندسی نشان می‌دهد که فارغ التحصیلان توانایی‌های مزبور را در حرفه به کار نگرفته‌اند و یا بیش‌تر به کارهایی پرداخته‌اند که نیاز کم‌تری به ریاضی و علوم و مهندسی داشته است. در مقابل فارغ التحصیلان ارزش بیش‌تری به فهم حرفه و مسئولیت‌های سنتی و توانایی تشخیص، فرمول‌بندی و حل مسائل مهندسی داده‌اند. مجموع امتیازات ترکیبی برای سه گروه در جدول ۵ نشان داده شده است. با مقایسه امتیازات ملاحظه می‌شود که فارغ التحصیلان مجموع توانایی‌های مطرح شده در این مقاله را در سطح کمی

پایین تر از دانشجویان ارزیابی می کنند. شاید این نتیجه را بتوان بر اساس «مقاومت در برابر تغییرات» توجیه کرد.

امید است مطالب این مقاله در تدوین معیارهای جدید برای ارزیابی آموزش مهندسی عمران با تغییراتی در بررسی آموزش رشته های دیگر مهندسی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۴ مقایسه نظرهای سه گروه

فارغ التحصیلان	دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری	دانشجویان کارشناسی	نوع توانایی ها
۴۳/۷۵٪	۶۶/۷٪	۶۲/۱٪	توانایی به کارگیری آموخته های ریاضی، علوم و مهندسی
۴۳/۷۵٪	۸۵/۷٪	۶۹/۰٪	توانایی طراحی و انجام آزمایش های تجربی و همچنین تحلیل داده ها
۶۲/۵٪	۶۶/۷٪	۷۷/۶٪	توانایی طراحی یک سیستم، یک مؤلفه و یا یک پروسه، برای ارضاء نیازهای موردنظر
۵۶/۲۵٪	۴۰٪	۶۲/۱٪	توانایی همکاری با یک سیستم چند منظوره
۶۲/۵٪	۷۱/۴٪	۴۴/۸٪	توانایی تشخیص فرمول بندی و حل مسائل مهندسی
۵۶/۲۵٪	۴۷/۶٪	۴۴/۸٪	فهم حرفه و مسئولیت های سستی
۴۳/۷۵٪	۶۰٪	۶۳/۸٪	توانایی همکاری مؤثر در پروژه های مهندسی
۵۶/۲۵٪	۵۵٪	۳۹/۷٪	آموزش وسیع برای فهم آثار تحلیل های مهندسی در قالب کلی
۵۶/۲۵٪	۵۶/۷٪	۶۰/۳٪	تشخیص نیاز به کسب توانایی در روند یادگیری مستمر مادام العمر
۵۶/۲۵٪	۳۵٪	۵۸/۶٪	داشتن اطلاعات در امور روزانه
۸۱/۲۵٪	۷۱/۴٪	۸۷/۹٪	توانایی به کارگیری فنون، مهارت ها و دستاوردهای جدید مهندسی لازم برای کارهای عملی مهندسی

جدول ۵ مقایسه مجموع امتیازات مربوط به سه گروه

فارغ التحصیلان	دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری	دانشجویان کارشناسی	
۳۷/۹۹	۳۸/۸۱	۳۸/۵۱	مجموع امتیازات

۸. مراجع

1. ABET engineering criteria 2000, Engineering Accreditation Commission of the Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), Baltimore, Md, 1995.
2. E. Koehn, Preparing students for the broadened world of engineering, Proc. ASEE, Gulf Southwest Section Conference, ASEE. Washington D.C., (1996), pp. 90-95.
3. E. Koehn, Engineering perceptions of ABET accreditation criteria, J. of Professional Issues in Engineering Education and Practice, No. 2, 123(1997) 66-70.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۷/۸/۱۵)