

ارزیابی، برنامه ریزی و توسعه آموزش مهندسی معیارهای شایستگی مهندسان

مهدی فیض*^۱ و احسان زارع^۲

^۱ مهندس برق و دانشجوی دکترای برنامه ریزی توسعه آموزش عالی (دانشگاه شهید بهشتی)
^۲ دستیار پژوهشگر و مهندس برق دانشگاه آزاد اسلامی

چکیده

ارزیابی کیفیت در یک فعالیت آموزشی، مهمترین اقدام برای بهبود این فرآیند و تجدید نظرهای کلی و جزئی در آن است. ارزیابی کیفیت، به مطابقت وضع موجود با وضع مطلوب می‌پردازد. بررسی وضع موجود و وضع مطلوب، در برون‌داد نظام آموزشی، نقطه عطف ارزیابی کیفیت است. لذا ضروری است وضع مطلوب برون‌داد، به روشنی توصیف شود تا بتوان در قیاس با آن، وضعیت موجود را تجزیه و تحلیل کرد. در توصیف برون‌داد نظام آموزش مهندسی، نباید فقط به اطلاعات تخصصی دانش آموختگان بسنده کرد، بلکه باید با نگاهی جامع، ویژگیهای مطلوب را اولاً به عنوان یک انسان و ثانیاً به عنوان یک خردمند تحصیل کرده و ثالثاً به عنوان یک مهندس شایسته احصاء نمود. این ویژگی‌های مطلوب، توصیفی سه سطحی از فارغ التحصیل مطلوب دانشکده‌های مهندسی ارائه می‌دهد که می‌تواند معیار ارزیابی مهندسان واقع شود. پیام اصلی این مدل آن است که ارزیابی شایستگی مهندسان بدون توجه به سطوح زیرین و زیربنایی آن ناقص و بی‌فایده خواهد بود. بر اساس مدل فوق‌الذکر، یک طرح پیمایشی نیز صورت گرفته است که همبستگی بین سطوح سه گانه را ارزیابی کند. نتایج این طرح اثبات کننده این ادعاست که همبستگی مثبت معناداری با اطمینان بالا بین سطوح همجوار وجود دارد.

واژه های کلیدی: رسالت دانشگاه، فارغ التحصیل مطلوب، اخلاق مهندسی، مهندس شایسته، اخلاق حرفه ای، پیمان نامه مهندسی، توانمندی های مهندسی

مقدمه

گذاری دوره های آموزش مهندسی در ایران، انتظاراتی را برای اهل نظر، تداعی می کند که قابل تأمل است. هم اکنون ۴۷ انجمن در گروه فنی و مهندسی، مجوز فعالیت از وزارت علوم دارند که اولین آنها در سال ۱۳۲۰ با نام کانون مهندسی ایران، تشکیل شده است. (قدیمی، ۱۳۸۴). علیرغم وجود این تعداد قابل توجه از انجمن های حرفه ای در این حوزه، نتایج و پیامدهای رایج این قبیل انجمن ها، در فضای مهندسی کشور احساس نمی شود. مواردی از قبیل بازنگری های بنیادین در برنامه آموزش مهندسی، سوگند نامه های مهندسی، استانداردهای کلان مهندسی، پیمان نامه های اخلاقی و ...

بخش اول مقاله حاضر، ابتدا به اهمیت حرفه مهندسی و گستره تاثیر آن در جامعه می پردازد و سپس وضعیت موجود دانش آموختگان این حوزه را بررسی می کند. در بخش بعدی مقاله، مفهوم اثر بخشی در آموزش تشریح شده و سپس معیارهای ارزیابی دوره های مهندسی در سه رتبه (سطح) احصاء شده است. پس از آن به تبیین

اثر بخشی یک نظام آموزشی به معنای آن است که «تا چه اندازه، برون‌دادهای مطلوب، حاصل شده است؟» (بازرگان، ۱۳۸۳: ۶۹) آموزش مهندسی کشور، دارای پیشینه ای بلندمدت است که انتظارات زیادی را ایجاب می کند. این فرایند از بدو تاسیس تا کنون، بارها و بارها دستخوش تغییرات و اصلاحات کلی و جزئی و همچنین صوری و محتوایی بوده است، ولی هنوز فاقد معیارهای دقیق و روشنی برای ارزیابی برون‌داد خود است.

اگر تاسیس دارالفنون در سال ۱۲۳۱ (هجری شمسی) را آغاز فعالیت‌های آموزش مهندس در ایران فرض کنیم، از آن زمان، بیش از ۱۵۰ سال می گذرد و اگر تاسیس دانشگاه تهران را مبنای این محاسبه قرار دهیم، بیش از ۷۰ سال از این آغاز گذشته است. مستندات تاریخی حاکی از آن است که در دارالفنون برای هر رشته، کلاس (اتاق) مخصوصی در نظر گرفته شده بود که یکی از اولین اتاق‌های دایر شده در آن، اتاق مهندسی بود. (فرستخواه، ۱۳۸۴). گذشت این زمان طولانی از پایه

توسعه پایدار ملی و اقتصاد دانش بنیان، سپهر تفکر ما را نسبت به یک مهندس مطلوب، شکل می دهند و در این فضا (اتمسفر) شایستگی های مورد انتظار تدوین می شود. غفاری (۱۳۸۷) نقش یک مهندس را در تمایز با نقش یک دانشمند کاشف، نقش یک تکنسین فنی و نقش یک مدیر اجرایی مورد تاکید قرار داده است. بر این اساس، مهندس، عنصری است که بار مسئولیت اصلی در توسعه پایدار دانش بنیان را در سطح ملی بر عهده دارد. مفهوم توسعه پایدار دانش بنیان، خود مقوله ای گسترده است که نیاز به تعریف روشن دارد. در پژوهش حاضر، منظور از حرفه مهندسی، مشغولیت (Business) اقتصادی دانش بنیان است که حاصل آن، کمک به توسعه پایدار کشور باشد. به بیان دیگر مهندس مطلوب کسی است که در هر زمان و مکان سعی می کند تا موثرترین خدمت تخصصی بی ریا را با عشق فراوان و پرهیزکاری کامل، به نیازمندترین افراد ارائه دهد و به واسطه آن، خود نیز به بالاترین درجه شادی دست یابد. چنین کسی می بایست پیوسته دانش خود را در بالاترین سطح و به روز نگاه دارد و برای ارائه خدمت بی ریا باید کاملاً پرهیزکار باشد (برخوردار از ارزشهای انسانی و به دور از رذائل اخلاقی) و نهایتاً قدرت تشخیص این را داشته باشد که چه کسانی به خدمت او بیشترین نیاز را دارند. این فرد را می توان مهندس مطلوب به حساب آورد که جامع همه شایستگی های اخلاقمند است، یعنی شایستگی های عجین شده با فضائل اخلاقی (بهادری نژاد، ۱۳۸۷).

اهمیت حرفه مهندسی

نقش مهندسان در جوامع متمدن امروزی بسیار گسترده و عمیق می باشد، چرا که بخش عمده ای از آنچه انسان ها با آن سر و کار دارند، طراحی شده و ساخته شده به وسیله مهندسان است.

توجه به چشم انداز بیست ساله نظام که مبنای برنامه ریزی کلان همه بخشهای کشور می باشد، نشان دهنده اهمیت نقش مهندسان در تحقق این آرمان است. آنجا که می بایست ایران، کشوری باشد که در سطح منطقه برترین جایگاه را در علم و فناوری کسب کند، بی تردید، بار اصلی آن بر دوش متخصصان و خصوصاً مهندسان است. مهندسانی می توانند چنین نقشی را در پیشرفت آن ایفا کنند که اخلاقمند، خلاق، عاشق خدمت

نقش فضیلت‌های انسانی و تربیت آکادمیک در پرورش توانمندیهای مهندسی و تحقق شایستگی مهندسان پرداخته شده است.

بخش دوم مقاله ، به گزارش از یک طرح پیمایشی اختصاص دارد که ادعا های مطرح شده در بخش اول را مورد بررسی قرار داده است .

بخش اول : مباحث نظری الگو

مهندسی چیست؟ مهندس مطلوب کیست؟

لغویون مهندس را واژه ای فارسی از ریشه «اندازه» برشمرده اند. (بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۲) لذا مفهوم مهندسی ، ذاتاً در بر دارنده توانایی محاسبه و اندازه گیری و هم چنین به کار بستن آموخته های نظری در صحنه عمل و ایجاد یک مصنوع می باشد. بهادری نژاد و یعقوبی (۱۳۸۲) از تعاریف متعدد، این چکیده را ارائه کرده اند که مبنای پژوهش حاضر است:

”مهندسی، توانایی انسان در انتخاب، طراحی، برنامه ریزی، راهبری، آینده سازی و نوآوری است و مهندس کسی است که دارای اینچنین توانایی است.“ (ص ۳)

در تعریف دیگری که توسط IEA^۱ ارائه شده است، مهندسی، عبارتست از کاربست دانش و توانمندی در مهارتهای پیشرفته ای که مبتنی بر حجم وسیعی از دانش ریاضی، علوم پایه و فناوری است، به علاوه اینکه این حرفه با مقوله کسب و کار و مدیریت نیز عجین شده است. (UICEE:1998,P:65)^۲

در تعریف دانشگاه پوردو^۳ که مبتنی بر توانمندی ها بیان شده، هنر یک مهندس در چهار عنوان توصیف گردیده است: (Purdue: 2008)

- کاربست فناوری در حل مسائل صنعتی
- تسلط بر حجم وسیعی از دانش مرتبط با مواد و فرایندها
- توانایی کاربرد روابط و فرمولهای فیزیکی در موقعیتهای واقعی
- مهارت در بکارگیری تجهیزات و ابزار حوزه تخصصی خود

در پژوهش حاضر، مهندس مطلوب، کسی است که موتور محرک رشد و توسعه پایدار دانش بنیان کشور محسوب می شود. کسی که در اعتلای اقتصاد دانش بنیان کشور، نقش اساسی را بر عهده دارد. بر این مبنای، مقولات

بی منت، فعال و پرکار، وطن دوست، وظیفه شناس، خود اتکاء و دارای انگیزه بالا در ارائه موثرترین خدمت بی ریا به نیازمندترین انسانها باشند. اینها ویژگی هایی است که می بایست علاوه بر تکمیل تر و دقیق تر شدن، مورد توجه نظام آموزش مهندسی کشور و هم چنین ارزیابی کنندگان این نظام قرار گیرد.

تأثیر فعالیت های مهندسی بر زندگی انسان ها که می تواند اثر مثبت (خیر) یا اثر منفی (شر) را در پی داشته باشد، هشدار بزرگی است برای همه مهندسان و همه کسانی که به نوعی در آموزش، تربیت و پرورش آنها نقش دارند. آنچه از مهندس باقی می ماند، صرفاً یک دستگاه یا اختراع یا بنای ساختمانی یا ابزار پیچیده نیست. یک مهندس در چارچوب بینش قرآنی، باید متوجه این حقیقت باشد که آنچه محصول کاراوست، خواسته یا ناخواسته در روح و جان انسان ها و در فرهنگ جامعه انسانی تأثیر گذار است. این نگاه، حرفه مهندسی را به ابدیت انسان پیوند می دهد و آن را از محدوده عناصر دنیایی فراتر می برد.

یک مهندس در جامعه ما، در طول حیات اجتماعی خود، مسئولیت های مختلفی را در رسته های گوناگون شغلی، بر عهده می گیرد که برخی از آنها عبارتند از :

- مدیریت یک پروژه بزرگ
 - طراحی یک دستگاه یا پروژه
 - مدیریت بر یک شرکت / کارخانه / کارگاه
 - ارائه نظرات کارشناسی و مشاوره
- این مسئولیتها، دارای جوهره های معینی است که نشانگر اهمیت کار یک مهندس است :
- تصمیم گیری و قضاوت
 - ارزش گذاری، اولویت دهی و انتخاب
 - خلاقیت، نوآوری و ابتکار
 - برنامه ریزی و راهبری
 - طراحی آینده و آینده سازی

این جوهره ها، نشان می دهد که یک مهندس، عهده دار چه امانت های بزرگی است؟ امانتهایی که محیط اطراف او و بعضاً جامعه بشری را تحت تأثیر قرار می دهد. او خواسته یا ناخواسته و آگاهانه یا ناآگاهانه، در موضوعات بزرگی دخالت می کند :

- فرهنگ جامعه - تقسیم روزی و معیشت مردم
- منابع طبیعی - شکل دهی شخصیت افراد

- محیط زیست - الگو بودن برای دیگران
لذا مهندسان، از خیل ارباب امانت محسوب می شوند و امانتداری آنها، ویژگیهایی بزرگ را می طلبد. این ویژگیها، متولیان نظام آموزش عالی را در برابر امر صریح خداوند قرار می دهد که :

«ان الله يامرکم ان تودّوا الامانات الی اهلها»^۴

دانشگاه باید بدین بیندیشد که گواهی مهندسی را برای چه کسی صادر می کند؟ آیا او، امانتدار خوبی برای آنچه ذکر شد، خواهد بود یا خدای ناکرده :

چو دزدی با چراغ آید، گزیده تر برد کالا! (مولوی)
مهندس، امانتداری است که تخصص و مسئولیت حرفه ای او، امانتهای وی محسوب می شود. به تعبیر دلشاد تهرانی (۱۳۸۵)،

اینان، ارباب امانت هستند و هر که ارباب امانت باشد، اخلاق والاتری لازم دارد تا بتواند از پس وظایف و مسئولیت هایی که بر عهده دارد، سرفراز بیرون آید. وی معتقد است: وقتی انسان از محدوده فردی خارج می شود و در پیوند با دیگر انسان ها قرار می گیرد و این پیوند صورتی شغلی می یابد، اگر اخلاق نیک حاکم بر روابط انسانی نباشد، فاجعه چندین برابر می شود. به همین دلیل است که والاترین ملاک در هر سازمان اداری، متخلّق بودن به اخلاق انسانی است (ص ۳۵).

دلشاد تهرانی (۱۳۸۵) از زبان امیر المومنین علی (ع) آورده است :

«ای مالک ... عاملان خود را از کسانی گزینش کن که اخلاق آنان گرمی تر، آبرویشان محفوظ تر و طمعشان کمتر و عاقبت اندیشی شان فزونتر است» (ص ۳۶).

امام خمینی (۱۳۷۶) در خصوص اهمیت تربیت حتی در دانشگاه های فنی و مهندسی چنین اظهار کرده اند:

«ممکن است یک مهندس درست کنی که در علم خودش خوب است، اما وقتی می خواهد نقشه ای بدهد، استادی های خود را طوری به کار می گیرد که مفید به حال مردم نباشد و به شکل منفعت طلبی باشد، اگر چنانچه تقوا در کار نباشد» (ص ۳۳)

این انتظار از منظر برخی چنان جدی است که حتی مسائل معنوی را نیز (فراتر از اخلاق) شامل می گردد:

«معنویات از دانشگاه باید به جامعه سرایت کند... از دانشگاه، سعادت یک ملت و در مقابل شقاوت یک ملت،

تصمیم قاطعی دست نیافته اند. (روزنامه دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۴)

آمار وزارت علوم نشان می دهد از ۲۴۰۰۰ مدال آور در المپیاد ها بین سالهای ۸۱ تا ۸۶، ۱۲۵ نفر آنها برای ادامه تحصیل به خارج رفته و ۹۰ نفر از آنها در همان کشورها مقیم شده اند. به علاوه اینکه مطابق همان آمار، حدود ۱۵٪ دانشجویان اعزامی برای تحصیل در مقطع دکترا، علیرغم سپردن تعهدات قانونی و وثیقه مالی، به ایران بازگشت نکرده اند. (خبرگزاری مهر: ۱۳۸۷)

بر اساس گزارش صندوق بین المللی پول، ایران از حیث مهاجرت در بین ۹۱ کشور در حال توسعه و توسعه نیافته، رتبه نخست را دارد و سالانه بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ هزار نفر از ایران خارج می شوند. همان منبع مدعی است که افراد دارای تحصیلات بالا، بیشترین نرخ مهاجرت را در این کشورها دارا هستند. بر این اساس، بالغ بر ۱۰۵ هزار تحصیل کرده بالاتر از لیسانس ایرانی، فقط در کشور آمریکا اقامت دائمی را انتخاب کرده اند. که در میان آنها بالغ بر ۵۲٪، تحصیلات دانشگاهی خود را در ایران گذرانده اند. این روند در کشورهای همسایه از جمله ترکیه و امارت نشین های خلیج نیز به شدت افزایش یافته است و دانشجویان ایرانی، به عنوان منبع درآمد مهمی برای این کشورها محسوب می شوند. (خبرگزاری مهر: ۱۳۸۷)

ب) بی توجهی به اخلاق حرفه ای و به عبارتی، اخلاق مهندسی، در دانش آموختگان دانشگاهی، متأسفانه به امری رایج و نازش تبدیل شده است. برای درصد قابل توجهی از مهندسان، موضوعاتی از قبیل حفظ محیط زیست و منابع طبیعی، تأمین سلامت مردم در استفاده از فناوری ها، حفظ و ترویج ارزشهای فرهنگی و رجحان منافع عمومی بر منافع شخصی و شرکتی، از فهرست دغدغه های اصلی آنها خارج شده است. این در حالی است که در حدیث نبوی آمده است:

اذا قَسَدَ الْعَالِمُ، قَسَدَ الْعَالِمِ.

انتظار سیاستگذاران و مدیران جامعه از قشر تحصیل کرده، در موضوعاتی فراتر از اخلاق نیز مطرح است: «معنویات از دانشگاه باید به جامعه سرایت کند ... از دانشگاه، سعادت یک ملت و در مقابل شقاوت یک ملت، سرچشمه می گیرد ... دانشگاه ها را مراکز تربیت قرار دهید، علاوه بر دانش، تربیت لازم است. اگر یک دانشمندی تربیت نداشته باشد، مضر است، خیانت می

سرچشمه می گیرد... دانشگاه ها را مراکز تربیت قرار دهید، علاوه بر دانش، تربیت لازم است. اگر یک دانشمندی تربیت نداشته باشد مضر است، خیانت می کند و آن کسی که با علم خیانت کند، با دانشمندی خیانت کند، خطرش بیشتر از سایر مردم است.» (امام خمینی، ۱۳۷۶، صص ۱۳۲-۱۳۰)

آسیب شناسی وضع موجود

مسأله جدی قابل تشخیص در آموزش مهندسی، خصوصاً در دانشگاههای مطرح و بزرگی همچون دانشگاه صنعتی شریف، عدم تطابق دانش آموختگان این قبیل دانشکده ها، با انتظارات طبیعی زیر است:

الف) تمایل به حضور در کشور و خدمت بی منت پس از خاتمه دوران تحصیل

ب) تخلق به اخلاق انسانی - اسلامی و تعهد به ارزشها و اصول آن

ج) رشد یافتگی در فرهنگ دانشگاهی در راستای تبدیل شدن به یک انسان آکادمیک

د) کسب توانمندی های اولیه مورد نیاز حرفه مهندسی

واقعیت های موجود چنان آشکار است که نیازی به ارائه شواهد تجربی در فقدان هر چهار انتظار فوق، در میان دانش آموختگان رشته های فنی - مهندسی احساس نمی شود. در عین حال، نمونه های زیر، حاکی از وجود واقعیت های تلخی در این زمینه است:

الف) هفته نامه نیوزویک (2008) گزارشی را به نقل از مسؤلان دانشگاه استنفورد آمریکا به چاپ رسانده که در آن، دانش آموختگان دانشگاه صنعتی شریف، به عنوان ستاره های داوطلبان ورود به این دانشگاه مطرح شده اند. داوطلبانی که از همه داوطلبان دیگر دانشگاهها و کشورها، برتر بوده اند. آمار نشان می دهد که داوطلبان رشته های فنی - مهندسی در ۵ سال اخیر، در دانشگاه های آمریکا و علیرغم تحریمهای شدید علیه ایران، رشدی در حدود ۲۴۰ درصد داشته و در دانشگاه های استرالیا و کانادا، تا ۵ برابر افزایش یافته است. (خبرگزاری مهر، ۱۳۸۷)

این در حالی است که نتایج یک نظر سنجی نیمه رسمی در میان دانشجویان دانشگاه صنعتی شریف، نشان می دهد که بیش از ۷۰٪ دانشجویان مقطع کارشناسی، علاقمند به ادامه تحصیل در خارج هستند و از این شاخص، حدود ۵۰٪ نسبت به بازگشت به ایران، به

بودیو، در آموزش، مهمترین دستاورد برای دانشجو و دانش آموز، دانش ژرف و دقیقی که او حاصل می کند نیست، بلکه روشهای کسب دانش، عادات روحی خاص، شیوه های طرح پرسش و مسئله و موضوع گیری های نظری، مهم ترین دستاوردهای یک سیستم آموزشی است. (بوردیو، ۱۳۶۹: ۱۱۵)

دانشگاه های ما نه تنها به نحو مطلوب قادر به ارتقاء و کمال بخشیدن به کسانی که نتوانسته اند در مدرسه و خانواده، آمادگی های ذهنی و شخصیتی لازم را برای ایفای نقش انسان دانشگاهی، بدست آورند، نمی باشند، بلکه حتی کسانی که این آمادگی ها را دارند نیز با ورود به دانشگاه، یا دچار سرخوردگی و یاس می شوند، یا در فضایی بیرون از دانشگاه، علائق فکری خود را جستجو و دنبال می کنند. (فاضلی، ۱۳۸۶)

د) مشکل چهارم دانش آموختگان نظام آموزش مهندسی کشور، عدم توانایی آنها در ورود به حوزه اشتغال و فعالیت شغلی در حرفه مهندسی است. به گونه ای که یک دانش آموخته، تا سالها در یک موقعیت شغلی مرتبط کار نکرده باشد، توانایی های مهندسی لازم را دارا نمی باشد. این در حالی است که در مدت تحصیل، واحدهای متنوع آزمایشگاه و کارآموزی را گذرانده است. برای توفیق در توانمندیهای مهندسی از قبیل مدیریت پروژه، سرپرستی یک تیم کاری، تحلیل اقتصادی از یک پدیده، تقریبهای زمانی، مالی و عملیاتی از یک طرح، ابداع و نوآوری در رشته تخصصی و ... ضروری است قابلیت های پایه (شایستگی های کانونی) در دوره دانشجویی ایجاد شده باشد. پژوهشی که توسط شارع پور و همکاران (۱۳۷۹) به منظور بررسی میزان شایستگی های کانونی دانشجویان سال آخر چند دانشگاه صورت گرفته نشان می دهد که این دانشجویان در اکثریت قریب به اتفاق ۱۶ شایستگی مورد ارزیابی، نمره ای کمتر از متوسط دارند. هر چند دانشجویان فنی - مهندسی وضعیت بهتری از دانشجویان علوم انسانی دارند، ولی این وضعیت برای آینده شغلی آنها پاسخگو نیست. به علاوه اینکه در چنین پژوهشی آنچه محتمل است، بزرگ نمایی دانشجویان، از قابلیت ها و توانایی های فردی خود است که نتیجه واقعی ارزیابی را با ضریبی کاهنده مواجه می کند.

آنچه به عنوان مسأله اساسی پژوهش، علاوه بر چهار نگرانی فوق مطرح است، فقدان چارچوب جامعی از

کند و آن کسی که با علم خیانت کند، با دانشمندی خیانت کند، خطرش بیشتر از سایر مردم است». (امام خمینی، ۱۳۷۶: ۱۳۲-۱۳۰)

در مقوله پایبندی به اصول و ارزش ها و آداب انسانی و اسلامی، فاضلی (۱۳۸۷) در پژوهشی اظهار می دارد که دانشجویان در همه ۱۰ عمل مذهبی مورد مطالعه وی، با ۹۹/۵٪ اطمینان، با تفاوت معنا داری، از سایر اقشار جامعه، در سطح پائین تری قرار دارند.

ج) هر چند یکی از کارکردهای اساسی دانشگاه از منظر بور دیو^۵، تربیت انسانی دانشگاهی (آکادمیک) است، ولی تجربه شخصی و بررسی های تجربی نشان دهنده ناتوانی نظام دانشگاهی ایران، در تربیت انسان دانشگاهی است (حجت الاسلامی، ۱۳۸۶). انسان آکادمیک از دیدگاه بوردیو، انسانی است که منش و ساختمان ذهنی مناسب کنش آکادمیک و زیست دانشگاهی در او شکل گرفته باشد؛ نوعی آمادگی عملی، آموختگی ضمنی، فراست، تربیت یافتگی اجتماعی از نوع ذوق و سلیقه که به عامل اجتماعی (یعنی دانش آموخته) این امکان را می دهد که روح قواعد، آداب، جهت ها، روندها، ارزشها و دیگر امور حوزه خاص خود را در یابد. (فاضلی، ۱۳۸۶)

در کنار انتظارات فوق، واقعیت بسیار متفاوت است. یمینی (۱۳۸۴) معتقد است دانشگاههای ما تأثیر چندانی بر رشد اخلاقی و فرهیختگی جوانان ندارند. وی به نقل از ادگار مورن می نویسد: دانشگاهها، حماقتهای سطح بالا را تولید می کنند، در کنار رسانه ها که حماقتهای سطح پائین را به وجود می آورند. (یمینی، ۱۳۸۲: ۲۷۹). البته این وضعیت خاص کشور ایران نیست. برای مثال، یمینی (۱۳۸۲) از قول بلوم؛ بنیانگذار آموزش و پرورش نوین در آمریکا، مدعی است که دانشجویان آمریکایی، از کمترین تحلیل های فرهنگی عاجزند (ص ۲۷۹). به جرأت می توان ادعا کرد که میزان مصرف فرهنگی دانشجویان، در حدی نیست که بتوان خروجی های دانشگاه امروز ایران را متناسب با معیارهای فرهنگی دانشگاه های نوین دانست. (فاضلی، ۱۳۸۷)

وی از تناقض آشکار بین تقاضای اجتماعی برای ورود به دانشگاه و بی رغبتی دانشجویان به تحصیل سخن گفته و می نویسد: رغبت و اشتیاق وارد شدگان به دانشگاه ها، برای یادگیری و تلاش علمی بسیار پائین و اندک است (فاضلی، ۱۳۸۶) این در حالی است که بنابر اظهار نظر

انتظارات) رضایت بخش هستند^۷ (بازرگان، ۱۳۸۳: ۵۹). از منظر دیگری نیز می توان به اهمیت موضوع نگاه کرد. «اخیرا کیفیت، به عنوان ارزش افزوده^۸ نیز تعریف شده است. در این تعریف، کیفیت یک نظام آموزشی عبارت است از وضعیت دانش آموختگان این نظام، از نظر دانش، نگرش و تواناییهای کسب شده به طوری که بتوان سطح موجود این قابلیت ها، توانائی ها و نگرش ها را به نظام آموزشی نسبت داد» (همان: ۵۹).

بازرگان (۱۳۸۳) تاکید دارد: «در ارزیابی اثر بخشی برنامه های درسی در نظام های آموزشی، علاوه بر جنبه های کسب دانش و پرورش توانائی های شناختی، باید تاثیر نظام را در تغییر نگرش و نظر دانش آموختگان از جنبه های انگیزشی، انضباطی، سختکوشی، شهروندی و به طور کلی رفتاری و عقیدتی در نظر گرفت» (ص ۷۹). یکی از الگوهای ارزیابی در نظامهای آموزشی، الگوی هدفگرا است. «در این الگو که تایلر^۹ در طراحی و کاربرد آن پیشقدم بوده است، میزان نیل به هدف های یک برنامه مورد قضاوت قرار می گیرد. در این الگو، ۸ مرحله طی می شود که ۳ مرحله اولیه آن عبارتند از:

- ۱- تعیین هدفهای کلی و هدف های ویژه برنامه
 - ۲- طبقه بندی هدف ها (بر حسب حیطه ها)
 - ۳- بیان هدفها به صورت قابل اندازه گیری» (همان: ۱۰۳)
- مقاله حاضر، در تلاش است تا مراحل سه گانه فوق را در دانشگاهها/ دانشکده های فنی- مهندسی به روشنی تدوین کند.

معیارهای ارزیابی دوره های مهندسی

با توجه به مقدمات فوق، اگر به دنبال ارزیابی اثر بخش نظام آموزش مهندسی کشور باشیم، باید یک مهندس مطلوب را توصیف کنیم. مهندسی مطلوب، قبل از آنکه یک مهندس باشد، انسانی است مشابه سایر آحاد جامعه که داشتن ویژگی های معینی از وی در نقشهای مختلف فردی، خانوادگی، اجتماعی و شغلی، مورد انتظار است. سپس به عنوان کسی که حداقل ۴ سال در محیط دانشگاه تحصیل کرده و فضای آن را تنفس کرده است، انتظار صفات یک انسان خردمند یا آکادمیک می رود و در نهایت به عنوان کسی که در حرفه حساس و کلیدی مهندسی قرار گرفته است، از وی انتظار داشتن توانایی های خاصی است که او را در حرفه خود موفق کند.

معیارها و شاخصهای مورد نیاز برای ارزیابی دانش آموختگان دانشکده های مهندسی است. به تعبیر صاحب نظران حوزه ارزیابی کیفیت، ارزیابی ۳۶۰^۰ از این دانش آموختگان می تواند نشان دهنده وضعیت موجود باشد و این ارزیابی، بی تردید نیازمند وجود یک چارچوب مفهومی روشن برای توصیف «مهندس شایسته» است. فقدان این مطلب منجر بدان شده است که اظهار نظرها درباره وضعیت دانشگاه ها و دانش آموختگان آنها، بسیار متفاوت و بعضاً متناقض باشد.

مفهوم اثر بخشی در آموزش

مهم ترین عاملی که ضرورت انجام این پژوهش را ایجاد می کند، همانا شفاف سازی اهداف پرورشی مورد انتظار از دانشگاه های ایرانی در تربیت مهندسان است. «هر چند حدود سه دهه از آغاز انقلاب فرهنگی می گذرد، ولی نسبت به اهداف مورد انتظار آن، وحدت نظر احساس نمی شود و کارنامه شورای عالی انقلاب فرهنگی نشان می دهد فعالیت بنیادی و راهبردی در این زمینه صورت نگرفته است» (فیض، ۱۳۸۵).

در تشکیل شورای عالی انقلاب فرهنگی، یکی از اهداف ۶ گانه شورا چنین بر شمرده شده است:

«تحول دانشگاه ها، مدارس و مراکز فرهنگی و هنری براساس فرهنگ صحیح اسلامی و گسترش و تقویت هرچه بیشتر آنها برای تربیت متخصصان متعهد و اسلام شناس متخصص و مغز های متفکر و وطن خواه و نیروهای فعال، ماهر، استادان، مربیان و معلمان معتقد به اسلام و استقلال کشور». (دبیر خانه شورای عالی، ۱۳۸۵، ص ۱۱)

همچنین در شرح وظائف ۲۸ گانه این شورا، این عبارت به چشم می خورد:

«تهیه و تدوین مبانی و شاخصهای دانشگاه متناسب با نظام اسلامی و طراحی راهکارهای تحقق آن» (همان، ص ۱۳).

بی تردید یکی از مولفه های اساسی ارزیابی عملکرد موسسات فرهنگی- آموزشی، که می تواند با شاخص های معینی مورد بررسی قرار گیرد، برون داد نهایی نظام آموزشی است. در این پژوهش، کیفیت برون دادها مورد توجه قرار خواهد گرفت. «کیفیت برون دادها، عبارت است از اینکه تا چه اندازه، نتایج نظام آموزشی (دانش آموختگان و ...) در مقایسه با استانداردهای از قبل تعیین شده (یا هدف ها و

صورت شکل گیری، فاقد پشتوانه لازم برای سودمندی مهندس در جامعه است. یک مهندس خلاق، اخلاقمند، توانا در اجرای پروژه، طراح پروژه، حسابگر و ... حاصل ویژگیهایی است که هر یک در سطوح زیرین خود، دارای عمق و ریشه است. این عمق داشتن در دو مقوله می بایست مد نظر برنامه ریزان جامعه باشد:

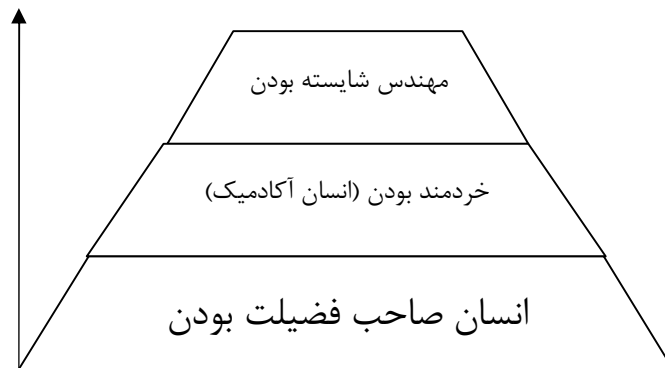
(الف) در آموزش و پرورش مهندسان

(ب) در ارزیابی دانش آموختگان دانشکده های مهندسی در شکل (۲)، توانمندی های مهندسی در کنار یکدیگر نمایش داده شده اند و ارتباط هر کدام، با سطوح سه گانه شکل (۱)، ارائه شده است:

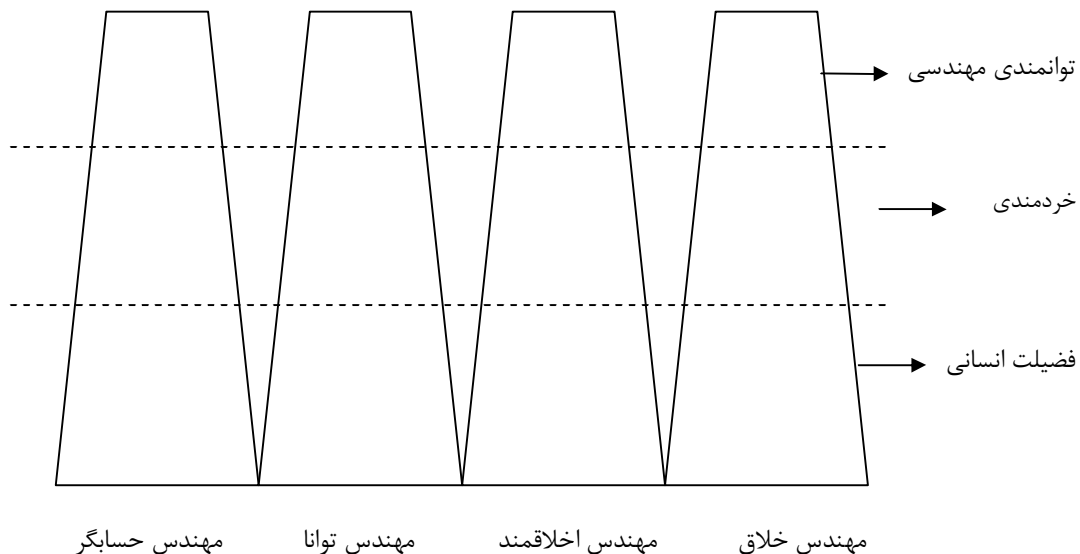
نکته حائز اهمیت، سلسله مراتبی بودن این ویژگی هاست که معمولاً مورد غفلت است.

برخی بر این گمانند که می توان یک مهندس مطلوب را مستقیماً و بدون پایه های تربیتی مذکور تربیت نمود. ادعای مولف که حاصل مطالعات گسترده در تحلیل ابعاد گوناگون این حرفه و کالبد شکافی احوال و آثار مهندسان مطرح جامعه بشری است، در شکل هرمی (۱) خلاصه شده است:

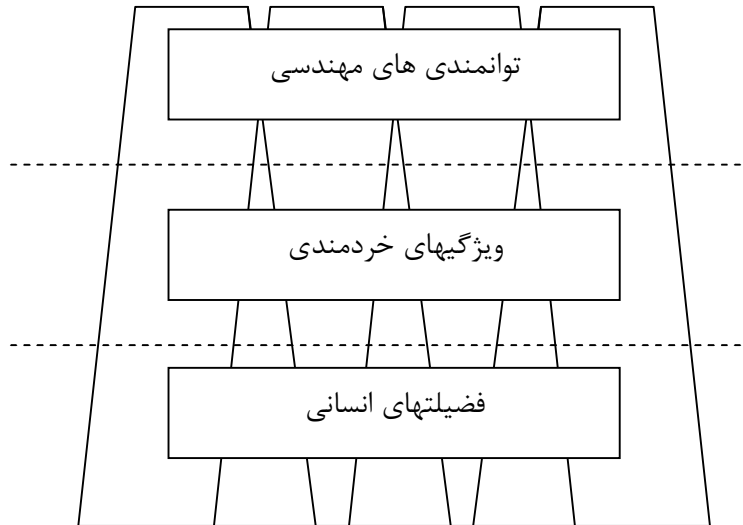
نمودار فوق بدین معنا است که اگر در طول تحصیلات مقطع مهندسی، فضیلت های انسانی و اقتضات خردمندی در دانشجویان مهندسی، پرورش نیابد، توانمندی های مهندسی یا بعضاً شکل نمی گیرد و یا در



شکل ۱: سلسله مراتب معیارهای ارزیابی



شکل ۲: ریشه توانمندی های مهندسی.



شکل ۳: سلسله مراتب معیارهای ارزیابی به تفکیک توانمندی ها.

تحصیل دانشجوی در فضای آکادمیک حاصل می شود و او را در عقلانیت نظری و عملی، نسبت به سایر آحاد جامعه، برتری می بخشد.

تفصیل معیارهای ارزیابی

ویژگی های مورد انتظار از نظام آموزش مهندسی کشور را می توان در سه سطح، طبقه بندی کرد و در هر سطح، تقسیم خاص خودش را دنبال نمود:

الف) در سطح یک انسان با فضیلت (انسانیت داشتن)
 ب) در سطح یک تحصیل کرده خردمند (انسان آکادمیک / دانشگاهی)
 ج) در سطح یک مهندس توانمند



سلسله مراتب تربیت و ارزیابی یک مهندس شایسته

الف - در سطح یک انسان با فضیلت

در این سطح، با توجه به تقسیم سه گانه اهداف تربیتی و تقسیم چهار گانه ارتباطات انسانی، جدول (ماتریس) زیر قابل استفاده است:

با توجه به این که ریشه توانمندی های مهندسی، علیرغم تفکیک فوق، بسیار دارای اشتراکات درون انسانی است و هر کدام از آنها، در سطوح زیرین خود، دارای اشتراکات فراوانی با یکدیگر هستند، لذا هرم های کوچک شکل (۲) را می توان در هم ادغام کرد و شکل (۳) را بدست آورد

لازم به توضیح است که منظور از ویژگی های خردمندی، صفات خاصی است که بورديو، آن را در مفهوم انسان آکادمیک تشریح کرده است. وی به عنوان یک فیلسوف و انسان شناس، نتیجه تحصیل در دانشگاه را فارغ از رشته تحصیلی دانشجویان، تحقق ویژگی های خاصی بر می شمرد. بورديو معتقد است مهمترین کاری که دانشگاه انجام می دهد، شکل بخشیدن هویت تازه ای در فرد تحصیل کرده به نام هویت آکادمیک است. انسان آکادمیک از دیدگاه وی انسانی است که منش و ساختمان ذهنی مناسب کنش آکادمیک و زیست دانشگاهی در او شکل گرفته باشد. این انسان، دارای نوعی آمادگی عملی، آموختگی ضمنی، فراست و تربیت یافتگی اجتماعی از جنس ذوق و سلیقه است که به عامل اجتماعی این امکان را می دهد که روح قواعد، آداب، جهت ها، روندها، ارزش ها و دیگر امور حوزه خاص خود (حوزه های علمی، سیاسی، اقتصادی، ورزشی و هنری) را دریابد، درون آن پذیرفته شود و منشأ اثر گردد (فاضلی، ۱۳۸۷). در مقاله حاضر، اصطلاح انسان خردمند، معادل انسان آکادمیک فرض می شود. منظور از خردمندی، ویژگی است که از

| با طبیعت | با مردم | با خدا | با خود | ارتباطات نوع هدف |
|----------|---------|--------|--------|---------------------|
| J | G | D | A | گرایشی |
| K | H | E | B | دانشی |
| L | I | F | C | مهارتی |

- برخی مثال های مرتبط با هر یک از درایه های جدول فوق عبارتند از :
- :A**
- آزادگی از خواسته های پست و حقیر و دارای کرامت نفس
 - خستگی ناپذیری در انجام وظیفه و داشتن شور و شوق آشکارا
 - هدفمندی، تدبیر کردن و حکیمانه عمل نمودن
 - خود باوری و اعتماد به نفس (به پشتوانه خداوند)
 - دارای عزم و اراده محکم و جدیت در امور
 - انتقاد پذیری (نصیحت پذیری) منصفانه
- :B**
- شناخت واقعیتها و قابلیت‌های (نقاط قوت و ضعف) خود
 - آگاهی از ویژگی‌های زیستی انسان (فیزیولوژی) و اصول بهداشت
- :C**
- توانایی مراقبت از خود و حفظ آرامش روحی
 - مهارت در رفع نیازهای اولیه زندگی و امور روزمره خانه
 - داشتن خلاقیت هنری حداقل در یک رشته (نقاشی، خط، ...)
 - توانایی در ایجاد توازن میان دخل و خرج خانه
- :D**
- شکرگزاری از الطاف و نعمت های خداوندی
 - احساس کوچکی در برابر عظمت خدا
 - همه کمالات خود را لطف خدا احساس کردن
- :E**
- شناخت صحیح، مستدل و متقن پروردگار عالمیان
 - آگاهی از احکام شریعت و رعایت آنها تا حد امکان
- دارای بینش نسبت به نقش خداوند در زندگی انسان
- :F**
- توانایی تدبیر در آیات قرآن و احادیث و ادعیه
 - توانایی کاهش فشار های روحی از طریق مناجات با خدا
- :G**
- گرایش به مراعات قواعد اخلاقی حتی در جامعه بی اخلاق
 - ترجیح دادن منافع سازمان بر منافع شخصی خود
 - ترجیح دادن منافع ملی بر منافع سازمان متبوع
 - احساس افتخار و سربلندی نسبت به ایرانی بودن خود
 - ایثارگر و عاشق خدمت بی منت به مردم و گره گشایی کار آنها
 - دارای وجدان کاری (منضبط، قابل اعتماد، مسئولیت پذیر)
- :H**
- شناخت فضائل و رذائل اخلاقی و عوامل موثر در آن
 - آگاهی از اصول اقتصادی در حرفه خود
 - شناخت هنجارهای اجتماعی و تشخیص خوب و بد آنها
- :I**
- توانایی انجام کار گروهی و مهارت در تعامل با دیگران
 - توانایی در ایجاد همدلی و هم‌زبانی در خانواده
 - توانا در حفظ حقوق خود و بازپس گیری حقوق ضایع شده
 - توانایی درک موقعیت دیگران (خود را جای دیگری گذاشتن)

اهداف گرایشی (عاطفی، رغبتی، نگرشی) در**سطح خردمندی**

- دارای روحیه حقیقت جویی علمی و فلسفی
- دارای روحیه آرمان گرایی و شناخت معضلات و مسائل جامعه
- علاقمندی به درک اسرار طبیعت و زیباییهای آن
- تلاش در توسعه منابع طبیعی و اصلاح محیط زیست
- عدم تبعیت کورکورانه از بالادست و اطرفیان
- تشویق اطرافیان به ایفای نقش موثر مثبت در تعیین سرنوشت کشور
- ...

اهداف مهارتی (توانایی های ذهنی، اجتماعی، فنی و**عملی) در سطح خردمندی:**

- توانایی به روز کردن دانش در رشته تخصصی خود
- توانایی استفاده از منابع اینترنتی و دیجیتالی
- مهارت مدیریت برخورد برای توفیق در یادگیری و ارتقاء علمی
- توانایی جمع بندی اطلاعات و سازماندهی آنها به منظور اولویت گذاری و انتخاب
- مهارتهای بصری (جزء بینی، کل بینی، تخمین کمیتهای دیداری)
- مهارتهای نوشتاری (نامه اداری، یادداشت علمی)
- مهارتهای کلامی (قدرت بیان، القاء منظور، فعال در جلسات)
- توانا در رشد و ارتقاء فرهنگی محیط کار خود و همکاران
- توانایی در تبدیل محیط خانه به موقعیتی برای تعلیم و تربیت
- ...

ج - در سطح یک مهندس توانمند

- در این سطح، توانمندی های متعددی می تواند مد نظر باشد ولی از میان آنها، موارد دوازده گانه زیر، جامع و مانع به نظر می رسد. این فهرست بر اساس نتایج پژوهش های ان گوئن (Nguyen, 1998)، سازمان همیاری اشتغال فارغ التحصیلان (۱۳۸۶) و پورودو

: J

- خودداری از اسراف و تبذیر
- شوق بهره مندی از لذت های طبیعی

: K

- شناخت موضوعات زیست محیطی و عوامل تخریب کننده آن
- آگاهی از چرخه های اکوسیستم

: L

- توانایی درک زیبایی های طبیعی یا هنری و احساس لذت از آنها
- نگهداری و پرورش گل و گیاه خانگی

ب - در سطح یک تحصیل کرده خردمند

در این سطح، اهداف و معیار های ارزیابی به سه گروه تقسیم می شود :

✓ **اهداف دانشی (شناختی)**✓ **اهداف گرایشی (عاطفی)**✓ **اهداف مهارتی (توانایی)**

عناوینی که در تقسیم فوق، مبنای ارزیابی کیفیت یک مهندس می تواند باشد، عبارتند از :

اهداف دانشی در سطح خردمندی (انسان دانشگاهی)

- تسلط نسبی بر زبان خارجی مرتبط با رشته تخصصی خود
- آگاهی از تحولات جهانی (دهکده جهانی، جهانی شدن، ...)
- درک فرهنگهای مختلف و هضم تفاوتهای فاحش میان فرهنگها
- آگاهی از مسائل سیاسی و اجتماعی روز کشور
- آگاهی از تاریخ ایران (خصوصاً یکصد ساله اخیر) و مفاخر ملی
- آگاهی از قواعد رفتار سازمانی و عمل به آنها در حد امکان
- بینش عمیق نسبت به خدا، انسان، هستی و روابط فیما بین آنها
- شناخت مبانی، اهداف و دستاوردهای انقلاب اسلامی
- ...

تعداد فرم های ارسالی حدود ۹۰ فرم و تعداد فرم های بازگشتی ۵۲ فرم
 نوع پرسشنامه: چند گزینه ای، محقق ساخته، خود ارزیابی

نکته مهم: از آنجا که هدف این پژوهش، ارزیابی شایستگی های مهندسان نمی باشد، بلکه صرفاً بازشناسی روابط بین شایستگی ها و سایر ویژگیهای یک مهندس مد نظر است، لذا نحوه نمونه گیری برای تعیین گروه نمونه از میان جامعه آماری، اهمیت چندانی نخواهد داشت.

۱ - فرضیه های پژوهش

- ✓ بین مجموعه فضایل انسانی (سطح اول هرم) و ویژگی های خردمندی (سطح دوم هرم) همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد.
- ✓ بین مجموعه فضایل انسانی (سطح اول هرم) و شایستگی های مهندسی (سطح سوم هرم) همبستگی مثبت معناداری وجود دارد.
- ✓ بین ویژگی های خردمندی (سطح دوم هرم) و شایستگی های مهندسی (سطح سوم هرم) همبستگی مثبت معناداری وجود دارد.
- ✓ شایستگی های ۱۲ گانه مهندسی نسبت به یکدیگر استقلال نسبی دارند.

۲ - شرح پرسشنامه

پرسشنامه ارسالی شامل ۹۷ سوال بود که در ۴ بخش تنظیم شده بود. بخش اول به میزان صرف ساعت کاری فرد در طول یک هفته کاری برای موضوعات مرتبط با شغل مهندسی اختصاص داشت.

بخش دوم، شایستگی های ۱۲ گانه حرفه ای مهندسی را ارزیابی می کرد. بخش سوم ویژگی های یک انسان خردمند (آکادمیک - دانشگاهی) را مورد بررسی قرار می داد و بخش چهارم، میزان تعهد فرد را به فضایل و کمالات انسانی ارزیابی می کرد. سوالات به گونه ای تنظیم شده بود که همه بخش های موجود در هر یک از سطوح را پوشش دهد. پاسخنامه به صورت ۵ گزینه ای از عالی تا ضعیف تدوین شده بود.

۳ - استقلال شایستگی ها

هر چند شایستگی های مهندسی دارای عوامل

(Purdue, 2008) و نهایتاً فیض و زارع (۱۳۸۷) تنظیم شده است.

شایستگی های حرفه ای مهندسی (شامل ۱۲ عنوان نسبتاً مستقل)

- ✓ مهندسی معکوس - تدوین دانش فنی - تدوین استاندارد
- ✓ آگاهی از دانش های پایه مهندسی (ریاضی، فیزیک، شیمی، مواد)
- ✓ توانایی برآورد اقتصادی، زمانی و نیروی انسانی یک پروژه
- ✓ آشنایی با روش های شناسایی، ارزیابی و توسعه بازار هدف
- ✓ توانایی مدیریت یک پروژه نسبتاً بزرگ (با حدود ۵۰ نفر)
- ✓ بهینه سازی و بومی سازی یک صنعت یا فناوری
- ✓ طراحی خلاقیت آمیز یک صنعت یا فناوری
- ✓ بکارگیری زبان ریاضی (تبدیل یک مشکل به معادلات ریاضی)
- ✓ توانایی تولید و انتشار دانش و مشارکت با محافل علمی
- ✓ توانایی تفکر سه بعدی (فضایی) / خلاق / انتزاعی
- ✓ انعطاف پذیری در انجام وظائف شغلی به اقتضای ضرورت های کشور
- ✓ رعایت اخلاق مهندسی (حقوق انسانها، محیط زیست، صرفه جویی در انرژی)

چنانچه مشهود است، شایستگی پایانی، تفاوت ماهوی با سایر شایستگی ها دارد.

بخش دوم: گزارش یک طرح پیمایشی

به منظور بررسی مدل هرم سه سطحی و ارزیابی همبستگی بین سطوح سه گانه آن، یک طرح پیمایشی با مشخصات زیر صورت گرفت:

هدف پیمایش: تعیین میزان همبستگی بین سطوح هرم مهندس شایسته و اجزای آن
جامعه آماری: دانش آموختگان دانشگاه صنعتی شریف
گروه نمونه: مهندسان شاغل در جهاد دانشگاهی صنعتی شریف و دانشگاه صنعتی شریف

Reduction روی شایستگی ها صورت پذیر نیست و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که این عوامل، قابل کاهش به عوامل کمتری نیستند و هر یک از این عوامل، معادل یک فاکتور از فاکتورهای حاصل از تحلیل عاملی گردیده است. لذا می توان با اطمینان قاطع ادعا کرد که شایستگی های ۱۲ گانه، نسبت به یکدیگر استقلال دارند و قابل خلاصه شدن یا ایجاد فاکتورهای جدید (به صورت ترکیب خطی از آنها) نمی باشد.

مشترک می باشند ولی همبستگی بین آنها که در جدول بعد آمده است نشان دهنده ی پایین بودن این همبستگی ها و استقلال نسبی آنهاست. مقدار بحرانی در بررسی استقلال نسبی شایستگی ها بر اساس اطمینان ۹۹.۵ درصد برابر ۰.۴۰۵ می باشد که در جدول با تغییر رنگ مشخص شده است. علاوه بر استفاده از روش همبستگی در ارزیابی استقلال شایستگی های ۱۲ گانه، با استفاده از نرم افزار spss و اعمال روش تحلیل عاملی، فرآیند Data

| انعطاف پذیری | تفکر سه بعدی | نشر دانش | اخلاق مهندسی | زبان ریاضی | طراحی خلاق | بهینه سازی | مدیریت پروژه | بازار هدف | توانایی برآورد | دانش پایه | مهندسی معکوس |
|--------------|--------------|----------|--------------|------------|------------|------------|--------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| | | | | | | | | | | | ۱ |
| | | | | | | | | | | ۰.۰۶۲ | دانش پایه |
| | | | | | | | | | | ۰.۰۴۳ | توانایی برآورد |
| | | | | | | | | ۱ | ۰.۲۵۱ | -۰.۱۰۱ | بازار هدف |
| | | | | | | | ۱ | ۰.۳۹۱ | ۰.۳۷۲ | ۰.۱۸۹ | مدیریت پروژه |
| | | | | | | | ۱ | -۰.۰۶۰ | ۰.۲۲۱ | ۰.۲۵۶ | بهینه سازی |
| | | | | | | | | ۰.۱۵۵ | ۰.۲۵۴ | ۰.۱۸۲ | طراحی خلاق |
| | | | | | | | | -۰.۱۰۱ | -۰.۰۷۷ | ۰.۲۸۳ | زبان ریاضی |
| | | | | | | | | -۰.۰۷۱ | ۰.۱۰۷ | ۰.۲۶۴ | اخلاق مهندسی |
| | | | | | | | | -۰.۰۳۴ | -۰.۰۲۵ | ۰.۱۶۰ | نشر دانش |
| | | | | | | | | -۰.۱۹۱ | ۰.۰۱۶ | ۰.۱۳۲ | تفکر سه بعدی |
| | | | | | | | | ۰.۱۴۸ | ۰.۰۱۳ | ۰.۱۹۹ | انعطاف پذیری |

مقدار بحرانی ضریب همبستگی با اطمینان ۹۹ درصد = ۰.۳۵۴

نتیجه تحلیل عاملی در جدول زیر خلاصه شده است :

| Rotated Component Matrix ^a | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | Component | | | | | | | | | | | |
| | فاکتور 1 | فاکتور 2 | فاکتور 3 | فاکتور 4 | فاکتور 5 | فاکتور 6 | فاکتور 7 | فاکتور 8 | فاکتور 9 | فاکتور 10 | فاکتور 11 | فاکتور 12 |
| مهندسی معکوس | .970 | .012 | .013 | .043 | .070 | .011 | .013 | -.004 | .143 | .003 | .111 | .139 |
| دانش پایه | .014 | .052 | .016 | -.058 | .126 | .124 | .965 | .097 | .056 | .076 | .065 | .095 |
| توانایی برآورد | .014 | .032 | .963 | .119 | -.048 | .049 | .016 | -.008 | .096 | .159 | -.106 | .079 |
| بازار هدف | .044 | -.002 | .118 | .962 | -.065 | -.036 | -.060 | .044 | .060 | .184 | .085 | -.051 |
| مدیریت پروژه | .003 | -.120 | .189 | .220 | .127 | .022 | .091 | .077 | .157 | .909 | -.013 | .138 |
| بهینه سازی | .180 | -.095 | .097 | -.067 | .029 | .147 | .121 | .030 | .325 | .146 | -.036 | .882 |
| طراحی خلاق | .175 | .052 | .115 | .078 | .121 | .039 | .064 | .056 | .897 | .159 | .024 | .305 |
| زبان ریاضی | .072 | .083 | -.048 | -.065 | .958 | .055 | .128 | -.020 | .100 | .108 | .144 | .027 |
| اخلاق مهندسی | .011 | .043 | .047 | -.033 | .051 | .980 | .118 | .058 | .035 | .018 | -.021 | .108 |
| نشر دانش | .135 | .316 | -.128 | .101 | .169 | -.028 | .077 | .009 | .020 | -.011 | .905 | -.030 |
| تفکر سه بعدی | .009 | .939 | .038 | -.006 | .084 | .050 | .054 | .088 | .041 | -.110 | .276 | -.077 |
| انعطاف پذیری | -.004 | .076 | -.007 | .041 | -.018 | .057 | .090 | .987 | .043 | .061 | .008 | .024 |
| Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. | | | | | | | | | | | | |
| a. Rotation converged in 7 iterations. | | | | | | | | | | | | |

این نتایج به صورت فاکتورهای متناظر با شایستگی ها به ترتیب اهمیت فاکتور ، در زخلاصه شده است :

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| فاکتور | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|----------------|-----------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|----------|------------|
| ویژگی های خردمندی (آکادمیک) | | | | | | | | | | | | |
| شایستگی | مهندسی معکوس | تفکر سه بعدی | توانایی برآورد | بازار هدف | زبان ریاضی | اخلاق مهندسی | دانش پایه | انعطاف پذیری | طراحی خلاق | مدیریت پروژه | نشر دانش | بهینه سازی |

محاسبه شایستگی اخلاقمند

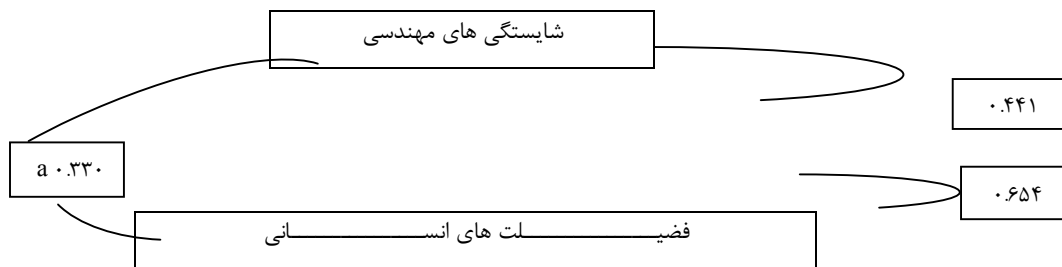
= شایستگی اخلاقمند مهندسی

$$\sqrt{\text{میانگین سایر شایستگی ها} \times \text{اخلاق مهندسی}}$$

با توجه به تفاوت ماهوی شایستگی " رعایت اخلاق مهندسی " نسبت به سایر شایستگی های (توانمندی های) مهندسی، نمی توان این شایستگی را با سایر شایستگی ها همتراز پنداشت و آن را در یک رابطه خطی، با سایر موارد ، جمع کرد. لذا برای ارزیابی و کمی کردن شایستگی یک مهندس ، به جای استفاده از رابطه میانگین حسابی ، از میانگین هندسی استفاده شده است. این کمیت بدلیل محوریت اخلاق مهندسی، به شایستگی اخلاقمند (اخلاق مدار) تعبیر شده است.

همبستگی میان سطوح

تحلیل داده های حاصل از فرمهای ، وجود همبستگی معنادار و مثبت را در میان سطوح سه گانه ارزیابی نشان می دهد .

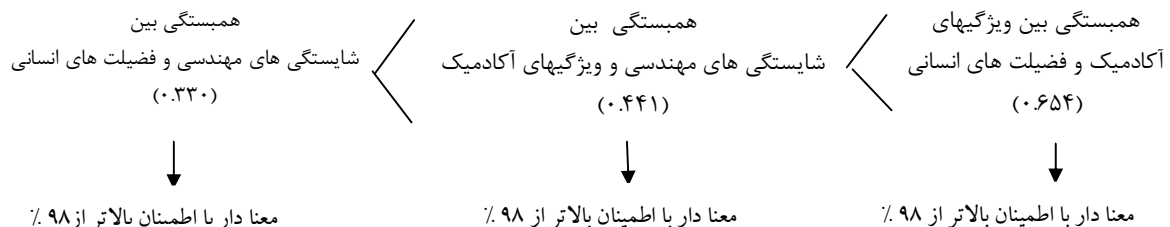


مقدار بحرانی ۰.۳۲۲ با ۹۸٪ اطمینان.

این همبستگی ها نشان دهنده ریشه دار بودن شایستگی های مهندسی در سطوح زیرین خود است و بیانگر رابطه سلسله مراتبی آنها نسبت به یکدیگر می باشد. یعنی ویژگی های آکادمیک ، ریشه ی شایستگی های مهندسی و ضمناً فضیلت های انسانی ، ریشه ویژگی های آکادمیک (خردمندی) است

توضیح آنکه:

- ۱- هر سه همبستگی مثبت و با حداقل ۹۵٪ اطمینان معنا دار هستند.
- ۲- همبستگی سطح اول با سطح سوم ، به حاصلضرب دو همبستگی دیگر نزدیک است.



نتیجه گیری نهایی

با توجه به تایید همبستگی های میان سطوح سه گانه (با اطمینان بالای ۹۵٪) که فرضیه های اصلی پژوهش بوده اند می توان نتیجه گرفت:

- ۱- برای آموزش و پرورش مهندسان قابل و شایسته ای که عناصر مفید و موثر توسعه دانش بنیان پایدار کشور باشند ضروری است در سطح فضیلت های انسانی و عمدتاً قبل از ورود به دانشگاه سرمایه گذاری جدی صورت گیرد.
- ۲- برای تحقق هدف فوق ، لازم است در دوره دانشجویی ، امکان فعالیت های اجتماعی، هنری، سیاسی، فنی و زیست محیطی برای دانشجویان فراهم شده، و سازو کارهای ترغیب آنها به مشارکت در این برنامه ها طراحی و به اجرا گذاشته شود. (تامین ویژگی های خردمندی)
- ۳- در ارزیابی برونداد نظام آموزشی دانشکده های مهندسی ، دانش آموختگان می بایست در هر سه سطح مذکور، مورد ارزیابی قرار گیرند تا اثر بخشی و بازدهی نظام آموزشی ، دقیق تر محاسبه گردد.
- ۴- در پذیرش و جذب دانش آموختگان دانشکده های مهندسی (برای اشتغال و همچنین ادامه تحصیل) مناسب تر است که وضعیت داوطلبان در هر سه سطح به تفکیک مورد ارزیابی قرار گیرد تا ، افراد شایسته در جایگاه حساس حرفه مهندسی حضور یابند.
- ۵- از بین شایستگی های متعدد مهندسی، تعهد یک مهندس به رعایت ضوابط اخلاق مهندسی جایگاه ویژه ای

دارد و نباید فراموش شود کرد که این شایستگی ، در سطوح دو گانه زیرین، ریشه دار می باشد. در غیر این صورت هیچ تضمینی برای تعهد به اخلاق مهندسی، وجود نخواهد داشت.

کاربرد نتایج پژوهش

- از نتایج این پژوهش در موارد زیر می توان بهره گیری کرد:
- ۱- ارزیابی وضعیت موجود دانشکده های مهندسی (از حیث برونداد نظام آموزشی).
 - ۲- طراحی الگوی جامع ارزیابی اثر بخشی و بازدهی نظام آموزشی کشور.
 - ۳- تدوین الگوی جامع مهندس شایسته و استفاده از آن در انتخاب مهندسان نمونه کشور.
 - ۴- ارزیابی نقاط قوت و ضعف برنامه های رسمی و فوق برنامه یک دانشکده مهندسی با استفاده از ارزیابی سه سطحی دانش آموختگان آن دانشکده.
 - ۵- تجدید نظر در برنامه های رسمی (درسی) دانشکده های مهندسی فعالیت های فوق برنامه آنها.

کاربرد ماتریسهای ضرایب

در پژوهش انجام شده روابط ماتریسی زیر مشاهده می شود :

$$\begin{bmatrix} \text{ویژگیهای خردمندی} \\ (3 \times 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ضرایب ویژه 1} \\ (12 \times 3) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{شایستگی ها} \\ (3 \times 1) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \text{فضایل انسانی} \\ (8 \times 12) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ضرایب ویژه 2} \\ (3 \times 12) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{ویژگیها خردمندی} \\ (12 \times 1) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.84 & (3 \times 1) \\ 0.82 & 0.27 & \dots \\ 0 & 0.28 & 0.79 \\ 0.47 & 0 & 0.48 \\ 0.60 & 0 & 0.57 \\ 0.18 & 0.62 & 0.15 \\ 0.58 & 0 & 0.32 \\ 0.28 & 0.19 & 0.43 \\ 0.31 & 0.25 & 0.51 \\ 0.21 & 0 & 1.05 \\ 0.23 & 0 & 0.99 \\ 0.15 & 0.32 & 0.60 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.16 & 0.05 & 0 & 0.02 & 0.06 & 0.38 & 0.32 & 0 & 0 & 0.21 & 0.18 & 0 \\ 0.12 & 0.12 & 0 & 0.04 & 0.05 & 0.35 & 0.55 & 0.11 & 0 & 0.04 & 0.05 & 0 \\ 0.01 & 0.06 & 0 & 0.09 & 0.02 & 0.09 & 0.64 & 0.03 & 0.04 & 0.09 & 0.02 & 0 \end{bmatrix}$$

ضریب ویژه ۲

بنابر این روابط می تواند به صورت زیر با یکدیگر ترکیب گردد :

$$\begin{bmatrix} \text{فضایل انسانی} \\ (12 \times 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ضرایب ویژه 2} \\ (3 \times 12) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{ضرایب ویژه 1} \\ (12 \times 3) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{شایستگی ها} \\ (12 \times 1) \end{bmatrix}$$

های مهندسی آنها را در آینده شغلی شان ، پیش بینی نمود. علاوه بر کاربرد فوق، روابط معکوس نیز بین کمیتهای فوق الذکر به صورت زیر وجود دارد :

$$[\text{شایستگی ها}] \times [\text{ضرایب ویژه 3}] = [\text{ویژگیهای خردمندی}]$$

$$[\text{ویژگیهای خردمندی}] \times [\text{ضرایب ویژه 4}] = [\text{فضایل انسانی}]$$

| | | |
|------|------|------|
| 0.19 | 0.35 | 0.50 |
| 0.08 | 0.58 | 0.35 |
| 0.30 | 0.12 | 0.59 |
| 0.02 | 0.40 | 0.65 |
| 0.20 | 0.54 | 0.35 |
| 0.47 | 0.70 | 0 |
| 0.14 | 0.41 | 0.51 |
| 0.11 | 0.62 | 0.31 |
| 0.26 | 0.25 | 0.52 |
| 0.55 | 0 | 0.54 |
| 0.17 | 0.71 | 0.04 |
| 0.02 | 0.59 | 0.45 |

ضریب ویژه ۳

از رابطه ی فوق می توان با در دست داشتن ماتریس های ضرایب ویژه ۱ و ۲ ، و با استفاده از فضایل انسانی پرورش یافته در دانش آموختگان یک دانشگاه، شایستگی-

$$[\text{ویژگیهای خردمندی}] \times [\text{ضرایب ویژه 4}] = [\text{فضایل انسانی}]$$

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 0.19 | 0 | 0.21 | 0.10 | 0 | 0.09 | 0.03 | 0.52 | 0.01 | 0.20 | 0.17 |
| 0.08 | 0.13 | 0 | 0.13 | 0 | 0.09 | 0 | 0.07 | 0.13 | 0 | 0.14 | 0.23 |
| 0 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.10 | 0 | 0.01 | 0 | 0.17 | 0.20 | 0.20 | 0.23 |

ضریب ویژه ۴

دانشگاه تأمین گردد. اهمیت این فآیند ، زمانی روشن می شود که برای هر دانشگاهی بسته به مقتضیات خاص خودش، شایستگی های مورد انتظار از فارغ التحصیلانش ، متفاوت طراحی گردد. برای مثال از یک دانشگاه انتظار قوت شایستگی تولید و نشر دانش مطرح است و برای یک دانشگاه دیگر قوت شایستگی مدیریت پروژه های صنعتی. لذا برای برنامه های آموزشی و فرهنگی این دو نیز با استفاده از روابط ماتریسی فوق ، متفاوت طراحی خواهد شد.

با استفاده از روابط ماتریسی فوق، می توان با ارزیابی شایستگی های موجود در دانش آموختگان یک دانشگاه، واقعیت موجود فضای حاکم و برنامه های آموزشی و فرهنگی آن دانشگاه را از حیث توفیق در پرورش فضایل انسانی و ویژگیهای خردمندی برآورد نمود. این برآورد حاصل شده، می تواند نشانگر نقاط قوت و ضعف آن دانشگاه باشد و از این طریق می توان بهبود وضعیت موجود و رفع نواقص آن برنامه ریزی لازم را به عمل آورد تا انتظارات مطلوب از فارغ التحصیلان آن

مراجع

- ۱) آراسته، حمید رضا. (۱۳۸۴). فلسفه های آموزش عالی، دایره المعارف آموزش عالی (صص ۶۸۳-۶۷۶) تهران: موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی
- ۲) آراسته، حمید رضا. (۱۳۸۴). اخلاق در آموزش عالی، دایره المعارف آموزش عالی (صص ۹۳-۹۱) تهران: موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی
- ۳) اسلامی، محمد تقی. دبیری، احمد. علیزاده، مهدی. (۱۳۸۶). اخلاق کاربردی. قم: پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی (حوزه علمیه قم)
- ۴) بازرگان، عباس. (۱۳۸۳). ارزشیابی آموزشی. چاپ چهارم. تهران: انتشارات سمت.
- ۵) بهادری نژاد، مهدی. یعقوبی، محمود. (۱۳۸۲). ویژگیهای یک مهندس و اخلاق مهندسی. گزارش [تهران: فرهنگستان علوم: گروه علوم مهندسی.
- ۶) جعفری، محمدتقی. عرفان اسلامی. (۱۳۷۲). تهران: دانشگاه صنعتی شریف.
- ۷) حجت الاسلامی، محمد صالح. (۱۳۸۶). انسان آکادمیک. ویلاگ مولف: ۲۰ مهر ۱۳۸۷
- ۸) خبرگزاری مهر (۱۳۸۷). بلیت رفت نخبگان ایرانی، برگشت ندارد. سایت خبری، ۲۵ مهر ۱۳۸۷
- ۹) خمینی (امام)، روح الله. (۱۳۷۸). دانشگاه و دانشگاهیان. تبیان: دفتر چهاردهم. تهران: موسسه تنظیم و نشر آثار امام خمینی.
- ۱۰) دلشاد تهرانی، مصطفی. (۱۳۸۵). ارباب امانت. چاپ دهم. تهران: انتشارات دریا.
- ۱۱) سازمان همیاری اشتغال فارغ التحصیلان: اداره مطالعات و برنامه ریزی: شایستگی های کانونی فارغ التحصیلان. ارائه شده در سایت www.jobportal.ir
- ۱۲) سرمد، زهره. بازرگان، عباس. حجازی، الهه. (۱۳۸۵). روشهای تحقیق در علوم رفتاری. چاپ سیزدهم. تهران: انتشارات آگاه.
- ۱۳) سیف، علی اکبر و علی آبادی، خدیجه. ترجمه: بلوم و همکاران. (۱۳۸۶). طبقه بندی هدفهای پرورشی. کتاب اول: حوزه شناختی. تهران: رشد.

- ۱۴) شارج پور، محمود، صالحی، صادق، فاضلی، محمد. (۱۳۷۹). بررسی میزان شایستگیهای کانونی در میان دانشجویان. نامه علوم اجتماعی، شماره ۱۸، پائیز و زمستان ۱۳۸۰ (صص ۸۸-۶۳) تهران: دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه تهران.
- ۱۵) عارفی، محبوبه. (۱۳۸۴). برنامه ریزی درسی راهبردی در آموزش عالی. تهران: جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی.
- ۱۶) غفاری، محمد مهدی. (۱۳۸۷). مصاحبه حضوری در محل فرهنگستان علوم
- ۱۷) فاضلی، محمد (۱۳۸۷). تصویری از سبک زندگی فرهنگی جامعه دانشجویی. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات فرهنگی ایران، شماره ۱، بهار ۱۳۸۷، صص ۱۹۸-۱۷۵. تهران: پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی وزارت علوم.
- ۱۸) فاضلی، نعمت الله. (۱۳۸۶) بحران کارکردی دانشگاه ایرانی. مقاله ارائه شده در وبلاگ اختصاصی. مولف: یادداشتهای یک مردم نگار.
- ۱۹) فاضلی، نعمت الله. انسان آکادمیک. مقاله ارائه شده در وبلاگ اختصاصی. (و فصلنامه شماره ۲۴ علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران)
- ۲۰) فرامرزی قراملکی، احد. (۱۳۸۲). اخلاق حرفه ای. تهران: مولف.
- ۲۱) فراستخواه، مقصود (۱۳۸۴). مدرسه دارالفنون، با رویکردی کاربردی. دایره المعارف آموزش عالی، صص ۷۴۲-۷۳۷. تهران: موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی.
- ۲۲) مومنی مهمویی، حسین. (۱۳۸۶) برنامه ریزی درسی مبتنی بر شایستگی در آموزش عالی. رویش: فصلنامه تخصصی اشتغال و کارآفرینی، شماره ۱۹، پائیز ۸۶ صص ۳۲-۲۰
- 23) Duyen Q. Nguyen, 1998, The Essential Skills and Attributes of an Engineer, Journal of Engineering Education , Australia.
- 24) Newsweek, 2008, Star Students of The Islamic Republic of IRAN, Aug 9.
- 25) Purdue University. 2008. What is Engineering Technology. Website.
- 26) Summary of The World Declaration on Higher Education (1998) -Unesco- Follow Up To The World Conference on The Higher Education. Paris UNIDO (2002). Competencies. <http://www.unido.org>
- 27) Washington Accord, 2005. Graduate Attributes and Professional Competencies, Ver 1.1

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1 - IEA: International Engineering Assosiation
- 2 - UICEE: Unesco International Center for Engineering Edacation
- 3 - Purdue

۴ - همانا خداوند به شما امر می کند که امانات را به اهلش بسپارید. (سوره نساء: ۵۸)

- 5 - Pierre Bourdieu
- 6 - Key Competencies
- 7 - Value added
- 8 - Tyler
- 9 - Pierre Bourdieu