

## ارزیابی ، برنامه ریزی و توسعه آموزش مهندسی : معیارهای شایستگی مهندسان

احسان زارع  
مهندس برق  
[Zareh.ehsan@gmail.com](mailto:Zareh.ehsan@gmail.com)

مهدی فیض  
مهندس برق و دانشجوی دکترای برنامه ریزی  
توسعه آموزش عالی (دانشگاه شهید بهشتی )

### 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 توانمند 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 بی فایده خواهد بود. بر اساس مدل فوق الذکر، طرح پیمایش نیز صورت گرفته است که همبستگی بین سطوح سه گانه را ارزیابی کند. نتایج این طرح اثبات کننده این ادعاست که همبستگی مثبت معنا داری با اطمینان بالا بین سطوح متوالی وجود دارد.

### واژگان کلیدی:

#### الف) فارسی

رسالت دانشگاه- فارغ التحصیل مطلوب- اخلاق مهندسی- مهندس شایسته- اخلاق حرفه ای- پیمان نامه مهندسی- توانمندی های مهندسی

#### ب) انگلیسی

Mission of University- Ideal Educated- Professional Ethics- Engineering Ethics- Engineering Code- Engineering Capabilities .

### مقدمه:

اثر بخشی یک نظام آموزشی به معنای آن است که «تا چه اندازه، بروندادهای مطلوب، حاصل شده است؟» (بازرگان، 1383: 69) آموزش مهندسی کشور، دارای پیشینه ای بلندمدت است که انتظارات زیادی را ایجاد می‌کند. این فرآیند 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 تأسیس دارالفنون در سال 1231 (هجری شمسی) را آغاز فعالیتهای آموزش مهندس در ایران فرض کنیم، از آن زمان، بیش از 150 سال می‌گذرد و اگر تأسیس دانشگاه تهران را مبنای این محاسبه قرار دهیم، بیش از 70 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. (فراستخواه، 1384). گذشت این زمان طولانی از پایه گذاری دوره های آموزش مهندسی در ایران، انتظاراتی را برای اهل نظر، تداعی می‌کند که قابل تأمل است. هم اکنون 47 انجمن در گروه فنی و مهندسی، مجوز فعالیت از وزارت علوم دارند که اولین آنها در سال 1320 با نام کانون مهندسی ایران، تشکیل

شده است. (قدیمی، 1384). 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) احصا شده است. پس از آن به تبیین نقش فضیلت های انسانی و تربیت آکادمیک در پرورش توانمندی های 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

### 1- مهندسی چیست؟ مهندس مطلوب کیست؟

لغویون مهندس را واژه ای فارسی از ریشه «اندازه» برشمرده اند. (بهادری نژاد و یعقوبی، 1382) لذا مفهوم مهندسی، ذاتاً در بر دارنده توانایی محاسبه و اندازه گیری و همچنین بکار بستن آموخته های نظری در صحنه عمل و ایجاد یک مصنوع می باشد. بهادری نژاد و یعقوبی (1382) 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 3)

در تعریف دیگری که توسط IEA<sup>1</sup> ارائه شده است، مهندسی، عبارتست از کاربرد دانش و توانمندی در مهارت های 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)<sup>2</sup>

در تعریف دانشگاه پوردو<sup>3</sup> که مبتنی بر توانمندی ها بیان شده، هنر یک مهندس در چهار عنوان توصیف گردیده است: (Purdue: 2008)

- کاربرد 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 مبنا، مقولات توسعه پایدار ملی و اقتصاد دانش بنیان، سپهر تفکر ما را نسبت به یک مهندس مطلوب، شکل می دهند و در این فضا (اتم سفر) شایستگی های مورد انتظار تدوین می شود.

غفاری (1387) 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، 1387).

### 2- اهمیت حرفه مهندسی

<sup>1</sup> -IEA: International Engineering Assosiation

<sup>2</sup> -UICEE: Unesco International Center for Engineering Edacation

<sup>3</sup> - Purdue

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 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 همچنین ارزیابی کنندگان این نظام قرار گیرد.

تأثیر فعالیتهای مهندسی بر زندگی انسانها 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 انسانها 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، مسئولیتهای 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 مسئولیتهای، 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 امانتهای 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 :

- تقسیم روزی و معیشت مردم
- شکل دهی شخصیت افراد
- الگو بودن برای دیگران
- فرهنگ جامعه
- منابع طبیعی
- محیط زیست

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»<sup>4</sup>

دانشگاه باید بدین بیاندهد 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 (1385)،

<sup>4</sup> - همانا خداوند به شما امر می کند که امانات را به اهلش بسپارید. (سوره نساء: 58)

اینان، ارباب امانت هستند و هر که ارباب امانت باشد، اخلاق والایتری لازم دارد تا بتواند از پس وظائف و مسئولیتهایی که بر عهده دارد، سرفراز بیرون آید. وی معتقد است: وقتی انسان از محدوده فردی خارج می شود و در پیوند با دیگر انسانها 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 والایترین ملاک در هر سازمان اداری، متخلف بودن به اخلاق انسانی است (ص 35).

دلشاد تهرانی (1385) 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 36).

امام خمینی (1376) 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 33)

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، سرچشمه می گیرد... دانشگاهها را مراکز تربیت قرار دهید، علاوه بر دانش، تربیت لازم است. اگر یک دانشمندی تربیت نداشتی 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، 1376، صص 132-130)

### 3- 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

واقعیتهای 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 واقعیتهای تلخی در این زمینه است:

الف) هفته نامه نیوزویک (2008) گزارشی را به نقل از مسؤولان 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 5 سال اخیر، در دانشگاههای آمریکا و علیرغم تحریمهای شدید علیه ایران، رشدی در حدود 240 درصد داشته و در دانشگاههای استرالیا و کانادا، تا 5 برابر افزایش یافته است. (خبرگزاری مهر، 1387)

این در حالی است که نتایج یک نظر سنجی نیمه رسمی در میان دانشجویان دانشگاه صنعتی شریف، نشان می دهد که بیش از 70% دانشجویان مقطع کارشناسی، علاقمند به ادامه تحصیل در خارج هستند و از این اشخاص، حدود 50% نسبت به بازگشت به ایران، به تصمیم قاطعی دست نیافته اند. (روزنامه دانشگاه صنعتی شریف، 1384)

آمار وزارت علوم نشان می دهد از 240 مدال آور در المپیادها بین سالهای 81 تا 86، 125 نفر آنها برای ادامه تحصیل به خارج رفته و 90 نفر از آنها در همان کشورها مقیم شده اند. به علاوه اینکه مطابق همان آمار، حدود 15% دانشجویان اعزامی برای تحصیل در مقطع دکترا، علیرغم سپردن تعهدات قانونی و وثیقه مالی، به ایران بازگشت نکرده اند. (خبرگزاری مهر: 1387)

بر اساس گزارش صندوق بین المللی پول، ایران از حیث مهاجرت در بین 91 کشور در حال توسعه و توسعه نیافته، رتبه نخست را دارد و سالانه بین 150 تا 180 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 105 هزار تحصیل کرده بالاتر از لیسانس ایرانی، فقط در کشور آمریکا اقامت دائمی را انتخاب کرده اند. که در میان آنها بالغ بر 52%، 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: 1387)

ب) بی توجهی به اخلاق حرفه ای و به عبارتی، اخلاق مهندسی، در دانش آموختگان دانشگاهی، متأسفانه به امری رایج و نازشت 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:

اِذَا فَسَدَ الْعَالَمُ، فَسَدَ الْعَالَمُ.

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 ... دانشگاهها 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، 1376: 132-130)

در مقوله پایبندی به اصول و ارزشها و آداب انسانی و اسلامی، فاضلی (1387) در پژوهشی اظهار می دارد که دانشجویان در همه 10 عمل مذهبی مورد مطالعه وی، با 99/5% 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<sup>5</sup>، 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، 1386). انسان آکادمیک از دیدگاه بور دیو، 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 دریابد. (فاضلی، 1386)

در کنار انتظارات فوق، واقعیت بسیار متفاوت است. یمینی (1384) 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، 1382: 279). البته این وضعیت خاص کشور ایران نیست. برای مثال، یمینی (1382) از قول بلوم؛ بنیانگذار آموزش و پرورش نوین در آمریکا، مدعی است که دانشجویان آمریکایی، از کمترین تحلیلهای فرهنگی عاجزند (ص 279). 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 دانشگاههای نوین دانست. (فاضلی، 1387)

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 دانشگاهها، برای یادگیری و تلاش علمی بسیار پائین و اندک است (فاضلی، 1386) این در حالی است که بنابر اظهار نظر بور دیو، 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 گیریهای نظری، مهمترین دستاوردهای یک سیستم آموزشی است. (بور دیو، 1369: 115)

دانشگاههای 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، 1386)

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 (1379) به منظور بررسی میزان شایستگی های کانونی<sup>6</sup> دانشجویان سال آخر چند دانشگاه صورت گرفته نشان می دهد که این دانشجویان در اکثریت قریب به اتفاق 16 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.

<sup>5</sup> - Pierre Bourdieu (فیلسوف و انسان شناس فرانسوی)

<sup>6</sup> - Key Competencies

آنچه به عنوان مسأله اساسی پژوهش، علاوه بر چهار نگرانی فوق مطرح است، فقدان چارچوب جامعی از معیارها و شاخصهای مورد نیاز برای ارزیابی دانش آموختگان دانشکده های مهندسی است. به تعبیر صاحب نظران حوزه ارزیابی کیفیت، ارزیابی  $360^{\circ}$  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 دانشگاهها و دانش آموختگان آنها، بسیار متفاوت و بعضاً متناقض باشد.

#### 4- مفهوم اثر بخشی در آموزش

مهمترین عاملی که ضرورت انجام این پژوهش را ایجاب می کند، همانا شفاف سازی اهداف پرورشی مورد انتظار از دانشگاههای 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، 1385).

در تشکیل شورای عالی انقلاب فرهنگی، یکی از اهداف 6 گانه شورا چنین بر شمرده شده است:

«تحول دانشگاهها، 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، 1385، ص 11)

همچنین در شرح وظائف 28 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 13).

بی تردید یکی از مولفه های اساسی ارزیابی عملکرد موسسات فرهنگی - آموزشی، که می تواند با شاخصهای معینی مورد بررسی قرار گیرد، برونداد نهایی نظام آموزشی است. در این پژوهش، کیفیت بروندادها مورد توجه قرار خواهد گرفت. "کیفیت بروندادها، عبارت است از اینکه تا چه اندازه، نتایج نظام آموزشی (دانش آموختگان و ...) در مقایسه با استانداردهای از قبل تعیین شده (با هدفها و انتظارات) رضایت بخش هستند" (بازرگان، 1383: 59). از منظر دیگری نیز می توان به اهمیت موضوع نگاه کرد. "اخیراً کیفیت، به عنوان ارزش افزوده<sup>7</sup> نیز تعریف شده است. در این تعریف، کیفیت یک آموزشی عبارت است از وضعیت دانش آموختگان این نظام، از نظر دانش، نگرش و تواناییهای کسب شده به طوری که بتوان سطح موجود این قابلیتها، تواناییها و نگرشها را به نظام آموزشی نسبت داد" (همان: 59).

بازرگان (1383) تاکید دارد: "در ارزیابی اثر بخشی برنامه های درسی در نظام های آموزشی، علاوه بر جنبه های کسب دانش و پرورش تواناییهای 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 79).

یکی از الگوهای ارزیابی در نظامهای آموزشی، الگوی هدفگرا است. "در این الگو که تایلر<sup>8</sup> در طراحی و کاربرد آن پیشقدم بوده است، میزان نیل به هدفهای یک برنامه مورد قضاوت قرار می گیرد. در این الگو، 8 مرحله طی می شود که 3 مرحله اولیه آن عبارتند از:

1- تعیین هدفهای کلی و هدفهای ویژه برنامه

2- طبقه بندی هدفها (بر حسب حیطه ها)

3- بیان هدفها به صورت قابل اندازه گیری" (همان: 103)

مقاله حاضر، در تلاش است تا مراحل سه گانه فوق را در دانشگاهها/دانشکده های فنی - مهندسی به روشنی تدوین کند.

#### 5- معیارهای ارزیابی دوره های مهندسی

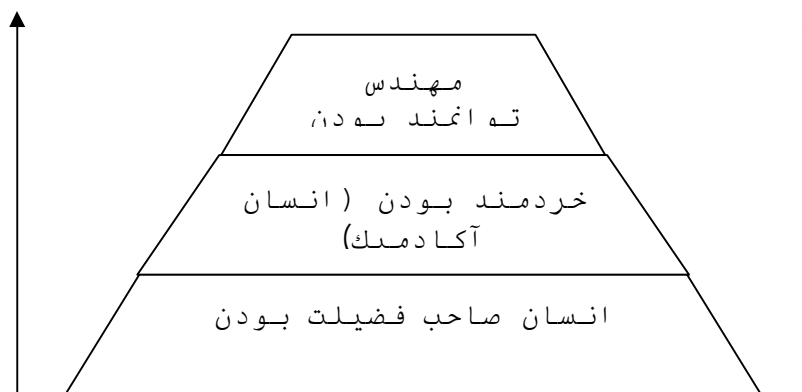
با توجه به مقدمات فوق، اگر به دنبال ارزیابی اثر بخش نظام آموزش مهندسی کشور باشیم، باید یک مهندس مطلوب را توصیف کنیم. مهندسی مطلوب، قبل از آنکه یک مهندس باشد، انسانی است مشابه سایر آحاد جامعه که داشتن ویژگیهای معینی از وی در نقشهای مختلف فردی، خانوادگی، اجتماعی و شغلی، مورد انتظار است. سپس به عنوان کسی که حداقل 4 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. نکته حائز اهمیت، سلسله مراتبی بودن این ویژگیهاست که معمولاً مورد غفلت است.

<sup>7</sup> Value added

<sup>8</sup> Tyler



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 زیر خلاصه شده است:

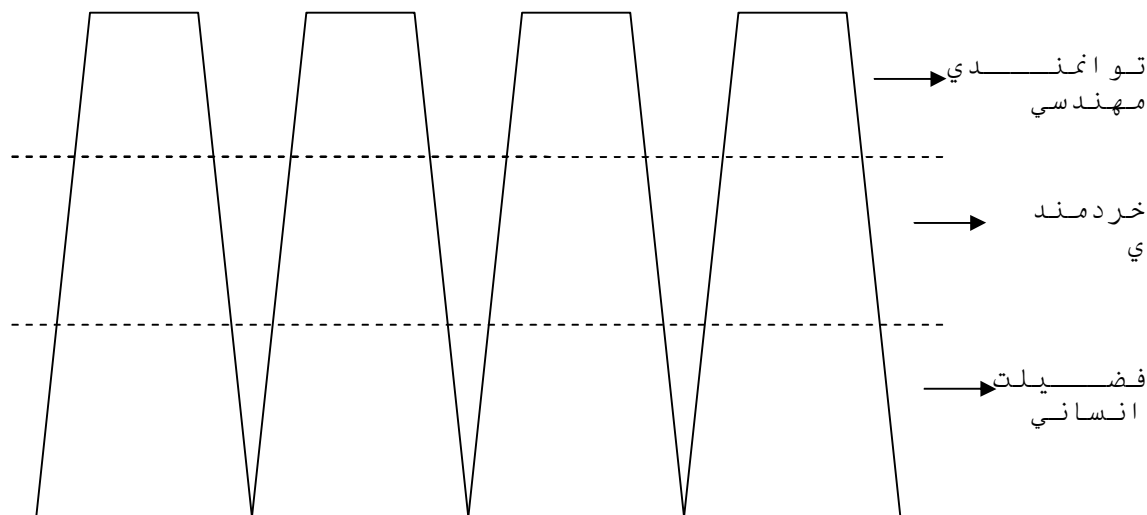


شکل 1: سلسله مراتب معیارهای ارزیابی

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

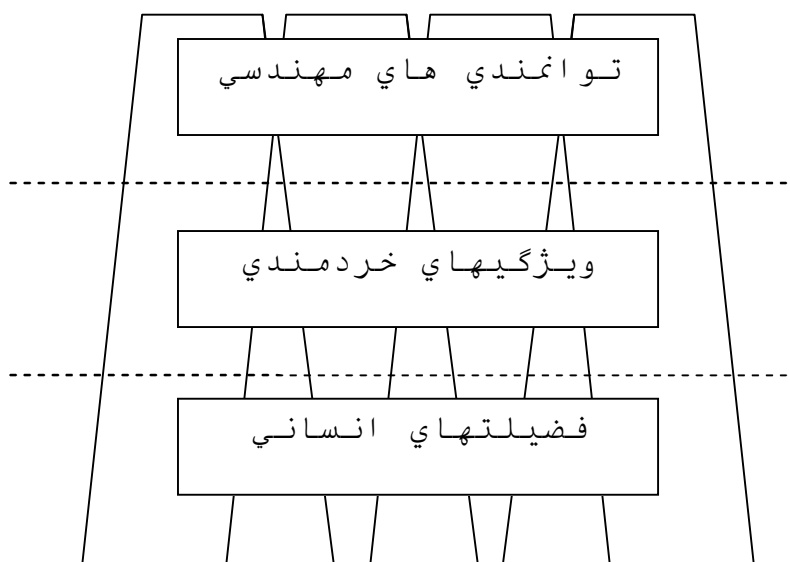
در شکل 2، توانمندیهای مهندسی در کنار یکدیگر نمایش داده شده اند و ارتباط هر کدام، با سطوح سه گانه شکل 1، ارائه شده است:



مهندس خلاق  
مهندس توانا و جدی  
مهندس اخلاقمند  
مهندس حسابگر

شکل 2: ریشه توانمندی های مهندسی

با توجه به اینکه 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 هر مهای کوچک شکل 2 را می توان در هم ادغام کرد و شکل 3 را بدست آورد



شکل 3: سلسله مراتب معیارهای ارزیابی به تفکیک توانمندی ها

لازم به توضیح است که منظور از ویژگیهای خردمندی، صفات خاصی است که بوردیو، 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 ویژگیهای خاصی بر می شمرد. بوردیو<sup>9</sup> 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، ارزشها 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، 1387). در مقاله حاضر، اصطلاح انسان خردمند، معادل انسان آکادمیک فرض می شود. منظور از خردمندی، ویژگی است که از تحصیل دانشجو در فضای آکادمیک حاصل می شود و او را در عقلانیت نظری و عملی، نسبت به سایر آحاد جامعه، برتری می بخشد.

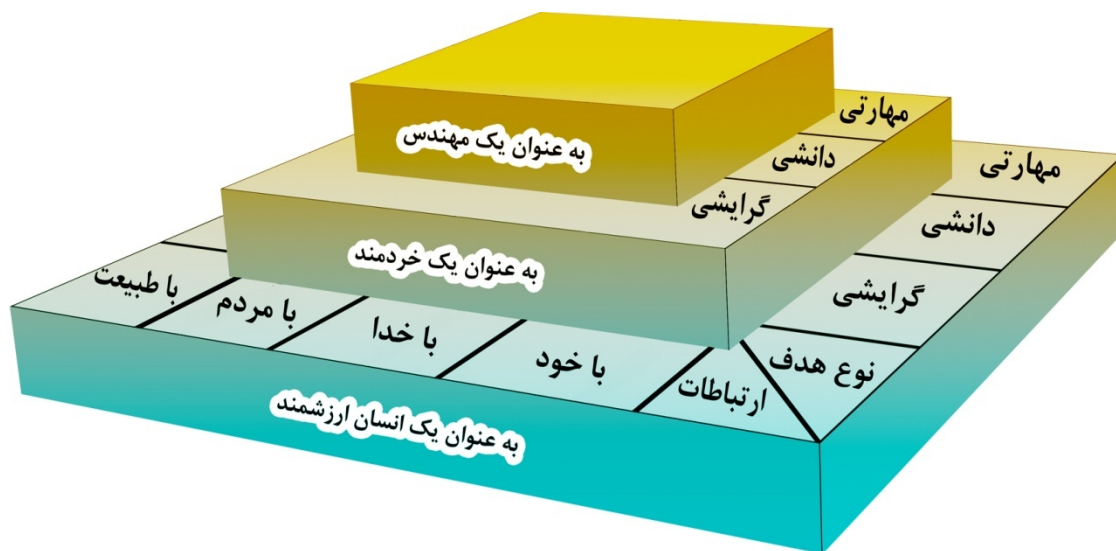
#### 6- تفصیل معیارهای ارزیابی

ویژگیهای 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

<sup>9</sup> - Pierre Bourdieu (از جامعه شناسان معاصر فرانسوی می باشد)





## سلسله مراتب تربیت و ارزیابی یک مهندس شایسته

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

برخی مثالهای مرتبط با هر یک از درایه های جدول فوق عبارتند از :

**: B**

- شناخت واقعیتها و قابلیت‌های (نقاط قوت و ضعف) خود
- آگاهی از ویژگیهای زیستی انسان (فیزیولوژی) و اصول بهداشت

**: 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

**: D**

- شکرگزاری از الطاف و نعمتهای خداوندی
- احساس کوچکی در برابر عظمت خدا
- همه کمالات خود را لطف خدا احساس کردن

**: 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

- : 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 فشارهای 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 هنرها، مهارت‌ها، احتمالات، 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 بازپس‌گیری حقوق ضایع شده
  - توانایی درک موقعیت دیگران (خود را جای دیگری گذاشتن)
- : J**
- خودداری از اسراف و تبذیر
  - شوق بهره‌مندی از لذت‌های طبیعی
- : K**
- شناخت موضوعات زیست محیطی و عوامل تخریب‌کننده آن
  - آگاهی از چرخه‌های اکوسیستم
- : L**
- توانایی درک زیبایی‌های طبیعی یا هنری و احساس لذت از آنها
  - نگهداری و پرورش گل و گیاه خانگی

### 6- ب) در سطح یک تحصیل کرده خردمند

در این سطح، اهداف و معیارهای ارزیابی به سه گروه تقسیم می‌شود:

ü اهداف دانشی (شناختی)

ü اهداف گرایشی (عاطفی)

ü اهداف مهارتی (توانایی)

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

اهداف دانشی در سطح خردمندی (انسان دانشگاهی):

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

∅ ...

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 اطرفیان 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 بر خود 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
- ∅ ...

6- ج) در سطح یک مهندس توانمند: در این سطح، توانمندیهای 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 پژوهشهای ان گوئن (Nguyen, 1998)، سازمان همیاری اشتغال فارغ التحصیلان (1386) و پوردو (Purdue, 2008) و نهایتاً فیض و زارع (1387) تنظیم شده است.

شایستگی های حرفه ی مهندسی (شامل 12 عنوان نسبتاً مستقل):

- ū مهندسی معکوس - تدوین دانش فنی - تدوین استاندارد
- ū آگاهی از دانش های پایه مهندسی (ریاضی، فیزیک، شیمی، مواد)
- ū توانایی برآورد اقتصادی، زمانی و نیروی انسانی یک پروژه
- ū آشنایی با روشهای شناسایی، ارزیابی و توسعه بازار هدف
- ū توانایی مدیریت یک پروژه نسبتاً بزرگ (با حدود 50 نفر)
- ū بهینه سازی و بومی سازی یک صنعت یا فناوری
- ū طراحی خلاقیت آمیز یک صنعت یا فناوری
- ū بکارگیری زبان ریاضی (تبدیل یک مشکل به معادلات ریاضی)
- ū توانایی تولید و انتشار دانش و مشارکت با محافل علمی
- ū توانایی تفکر سه بعدی (فضایی) / خلاق / انتزاعی
- ū انعطاف پذیری در انجام وظائف شغلی به اقتضای ضرورتهای کشور
- ū 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

تعداد فرم های ارسالی حدود 90 فرم و تعداد فرم های بازگشتی 52 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.

#### 1) فرضیه های پژوهش :

- U بین مجموعه فضایل انسانی (سطح اول هرم) و ویژگی های خردمندی (سطح دوم هرم) همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد.
- U بین مجموعه فضایل انسانی (سطح اول هرم) و شایستگی های مهندسی (سطح سوم هرم) همبستگی مثبت معناداری وجود دارد.
- U بین ویژگی های خردمندی (سطح دوم هرم) و شایستگی های مهندسی (سطح سوم هرم) همبستگی مثبت معناداری وجود دارد.
- U شایستگی های 12 گانه مهندسی نسبت به یکدیگر استقلال نسبی دارند.

#### 2) شرح پرسشنامه :

پرسشنامه ارسالی شامل 97 سوال بود که در 4 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 12 گانه حرفه ی 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 میکرد.سوالات به گونه ای تنظیم شده بود که همه بخش های موجود در هر یک از سطوح را پوشش دهد.پاسخنامه به صورت 5 گزینه ای از عالی تا ضعیف تدوین شده بود.

#### 3) استقلال شایستگی ها :

هر چند شایستگی های مهندسی دارای عوامل 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 99.5 درصد برابر 0.405 می باشد که در جدول با تغییر رنگ مشخص شده است .

| 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 |
|--------------|--------------|----------|--------------|------------|------------|------------|--------------|-----------|----------------|-----------|--------------|
|              |              |          |              |            |            |            |              |           |                |           | 1            |
|              |              |          |              |            |            |            |              |           |                | 0.062     | 1            |
|              |              |          |              |            |            |            |              |           | 1              | 0.043     | 0.043        |
|              |              |          |              |            |            |            |              | 1         | 0.251          | -0.101    | 0.092        |
|              |              |          |              |            |            |            | 1            | 0.391     | 0.372          | 0.189     | 0.067        |

**مقدار بحرانی ضریب همبستگی با اطمینان 99 درصد = 0.304**

|              |        |       |        |        |        |        |       |        |        |       |       |   |
|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|---|
| بهینه سازی   | 0.0343 | 0.256 | 0.221  | -0.060 | 0.342  | 1      |       |        |        |       |       |   |
| طراحی خلاق   | 0.359  | 0.182 | 0.254  | 0.155  | 0.387  | 0.635  | 1     |        |        |       |       |   |
| زبان ریاضی   | 0.0171 | 0.283 | -0.077 | -0.101 | 0.216  | 0.122  | 0.250 | 1      |        |       |       |   |
| اخلاق مهندسی | 0.044  | 0.264 | 0.107  | -0.071 | 0.076  | 0.276  | 0.129 | 0.126  | 1      |       |       |   |
| نشر دانش     | 0.249  | 0.160 | -0.205 | 0.151  | -0.034 | -0.069 | 0.087 | 0.335  | -0.026 | 1     |       |   |
| تفکر سه بعدی | 0.052  | 0.132 | 0.016  | 0      | -0.191 | -0.145 | 0.077 | 0.195  | 0.093  | 0.565 | 1     |   |
| انعطاف پذیری | 0.006  | 0.199 | 0.013  | 0.089  | 0.148  | 0.080  | 0.122 | -0.007 | 0.129  | 0.046 | 0.159 | 1 |

علاوه بر استفاده از روش همبستگی در ارزیابی استقلال شایستگی های 12 گانه، با استفاده از نرم افزار spss و اعمال روش تحلیل عاملی، فرآیند Data 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 12 گانه، نسبت به یکدیگر استقلال دارند و قابل خلاصه شدن یا ایجاد فاکتورهای جدید (به صورت ترکیب خطی از آنها) نمی باشد. نتیجه تحلیل عاملی در جدول زیر خلاصه شده است:

Rotated Component Matrix<sup>a</sup>

|                | 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 ویژگی های خردمندی (آکادمیک) شایستگی ها به ترتیب اهمیت فاکتور، در خلاصه شده است:

| فاکتور  | 1            | 2            | 3              | 4         | 5          | 6            | 7         | 8            | 9          | 10           | 11       | 12         |
|---------|--------------|--------------|----------------|-----------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|----------|------------|
| 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 |

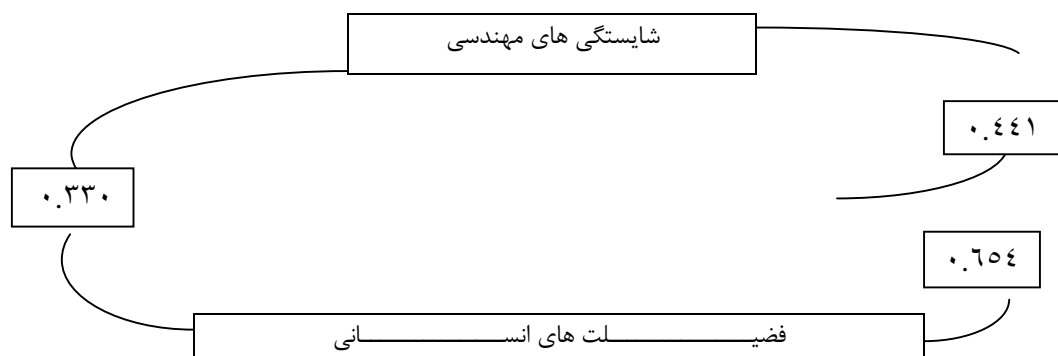
#### ۴) محاسبه شایستگی اخلاقمند:

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.

$$\text{میانگین سایر شایستگی ها} \times (\text{اخلاق مهندسی}) = \sqrt{\text{شایستگی اخلاقمند مهندسی}}$$

#### 5) همبستگی میان سطوح:

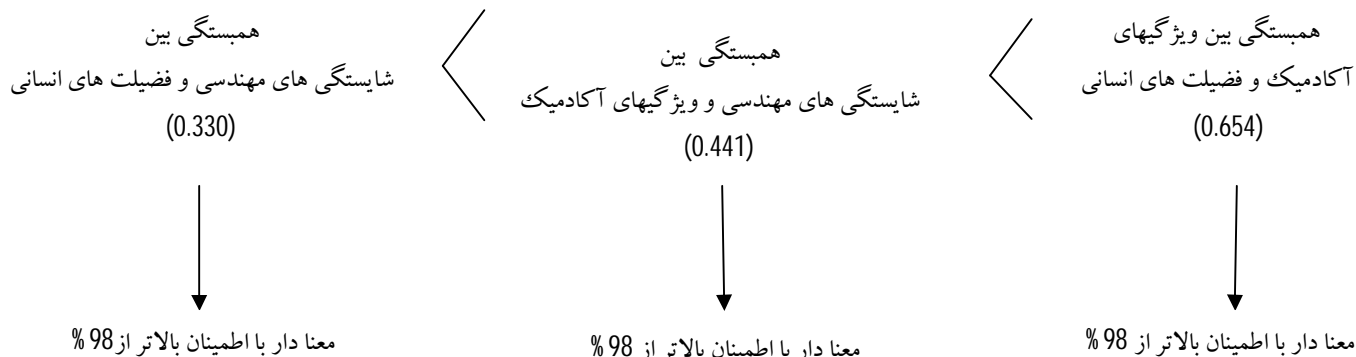
تحلیل داده های حاصل از فرمهای، وجود همبستگی معنادار و مثبت را در میان سطوح سه گانه ارزیابی نشان می دهد.



مقدار بحرانی 0.322 با 98% اطمینان

توضیح آنکه:

- 1- هر سه همبستگی مثبت و با حداقل 95% اطمینان معنا دار هستند.
- 2- همبستگی سطح اول با سطح سوم، به حاصلضرب دو همبستگی دیگر نزدیک است.



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

#### 6) نتیجه گیری نهایی :

با توجه به تایید همبستگی های میان سطوح سه گانه ( با اطمینان بالای 95%) که فرضیه های اصلی پژوهش بوده اند می توان نتیجه گرفت:

- 1- 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.
- 2- 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)
- 3- در ارزیابی برون داد 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.
- 4- 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.
- 5- 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.

#### 7) کاربرد نتایج پژوهش :

از نتایج این پژوهش در موارد زیر می توان بهره گیری کرد:

- 1- ارزیابی وضعیت موجود دانشکده های مهندسی ( از حیث برون داد نظام آموزشی).
- 2- طراحی الگوی جامع ارزیابی اثر بخشی و بازدهی نظام آموزشی کشور.
- 3- تدوین الگوی جامع مهندس شایسته و استفاده از آن در انتخاب مهندسان نمونه کشور.
- 4- ارزیابی نقاط قوت و ضعف برنامه های رسمی و فوق برنامه یک دانشکده مهندسی با استفاده از ارزیابی سه سطحی دانش آموختگان آن دانشکده.
- 5- تجدید نظر در برنامه های رسمی (درسی) دانشکده های مهندسی فعالیت های فوق برنامه آنها.

#### 8) کاربرد ماتریسهای ضرایب :

در پژوهش انجام شده روابط ماتریسی زیر مشاهده می شود :



$$[\text{شایستگی ها}] = [\text{ضرایب ویژه 1}] \times [\text{ویژگیهای خردمندی}] \quad (3)$$

$$[\text{ویژگیهای خردمندی}] = [\text{ضرایب ویژه 2}] \times [\text{فضایل انسانی}] \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.84 & 0.31 \\ 0.32 & 0.27 & 0.37 \\ 0 & 0.28 & 0.79 \\ 0.47 & 0 & 0.48 \\ 0.60 & 0 & 0.57 \\ 0.18 & 0.62 & 0.15 \\ 0.58 & 0 & 0.32 \\ 0.28 & 0.19 & 0.43 \\ 0.31 & 0.25 & 0.51 \\ 0.21 & 0 & 1.05 \\ 0.23 & 0 & 0.99 \\ 0.15 & 0.32 & 0.60 \end{bmatrix}$$

ضریب ویژه 1

$$\begin{bmatrix} 0.16 & 0.05 & 0 & 0.02 & 0.06 & 0.38 & 0.32 & 0 & 0 & 0.21 & 0.18 & 0 \\ 0.12 & 0.12 & 0 & 0.04 & 0.05 & 0.35 & 0.55 & 0.11 & 0 & 0.04 & 0.05 & 0 \\ 0.01 & 0.06 & 0 & 0.09 & 0.02 & 0.09 & 0.64 & 0.03 & 0.04 & 0.09 & 0.02 & 0 \end{bmatrix}$$

ضریب ویژه 2

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

$$[\text{شایستگی ها}] = [\text{ضرایب ویژه 1}] \times [\text{ضرایب ویژه 2}] \times [\text{فضایل انسانی}] \quad (3)$$

از رابطه ی فوق می توان با در دست داشتن ماتریسهای ضرایب ویژه 1 و 2 ، و با استفاده از فضایل انسانی پرورش یافته در دانش آموختگان یک دانشگاه ، شایستگی 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 :

$$[\text{شایستگی ها}] = [\text{ضرایب ویژه 3}] \times [\text{ویژگیهای خردمندی}] \quad (1)$$

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

$$\begin{bmatrix} 0.19 & 0.35 & 0.50 \\ 0.08 & 0.58 & 0.35 \\ 0.30 & 0.12 & 0.53 \\ 0.02 & 0.40 & 0.65 \\ 0.20 & 0.54 & 0.35 \\ 0.47 & 0.70 & 0 \\ 0.14 & 0.41 & 0.51 \\ 0.11 & 0.62 & 0.31 \\ 0.26 & 0.25 & 0.52 \\ 0.55 & 0 & 0.54 \\ 0.17 & 0.71 & 0.04 \\ 0.02 & 0.59 & 0.45 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.19 & 0 & 0.21 & 0.10 & 0 & 0.09 & 0.03 & 0.32 & 0.01 & 0.20 & 0.17 \\ 0.08 & 0.15 & 0 & 0.18 & 0 & 0.09 & 0 & 0.07 & 0.15 & 0 & 0.14 & 0.23 \\ 0 & 0.05 & 0.06 & 0.08 & 0.10 & 0 & 0.01 & 0 & 0.17 & 0.20 & 0.20 & 0.23 \end{bmatrix}$$

ضریب ویژه 4

با استفاده از روابط ماتریسی فوق، می توان با ارزیابی شایستگی های موجود در دانش آموختگان یک دانشگاه، واقعیت موج ضریب ویژه 3 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 برای بهبود وضعیت موجود و رفع نواقص آن برنامه ریزی لازم را به عمل آورد تا انتظارات مطلوب از فارغ التحصیلان آن دانشگاه تأمین گردد. اهمیت این فایند، 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.

#### مراجع:

- 1) آراسته، حمید رضا. (1384). فلسفه های آموزش عالی، دائرة المعارف آموزش عالی (صص 676-683) تهران: موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی
- 2) آراسته، حمید رضا. (1384). اخلاق در آموزش عالی، دائرة المعارف آموزش عالی (صص 93-91) تهران: موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی
- 3) اسلامی، محمد تقی، دبیری، احمد، عزیزاده، مهدی. (1386). اخلاق کاربردی. قم: پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی (حوزه علمیه قم)
- 4) بازرگان، عباس. (1383). ارزشیابی آموزشی. چاپ چهارم. تهران: انتشارات سمت.
- 5) بهادری نژاد، مهدی، یعقوبی، محمود. (1382). ویژگیهای یک مهندس و اخلاق مهندسی. [گزارش] تهران: فرهنگستان علوم: گروه علوم مهندسی.
- 6) جعفری، محمد تقی. عرفان اسلامی. (1372). تهران: دانشگاه صنعتی شریف.
- 7) حجت الاسلامی، محمد صالح. (1386). انسان آکادمیک. وبلاگ مولف: 20 مهر 1387
- 8) خبرگزاری مهر (1387). بلیت رفت نخبگان ایرانی، برگشت ندارد. سایت خبری، 25 مهر 1387
- 9) خمینی (امام)، روح الله. (1378). دانشگاه و دانشگاهیان. تبیان: دفتر چهاردهم. تهران: موسسه تنظیم و نشر آثار امام خمینی.
- 10) دلشاد تهرانی، مصطفی. (1385). ارباب امانت. چاپ دهم. تهران: انتشارات دریا.
- 11) سازمان همیاری اشتغال فارغ التحصیلان: اداره مطالعات و برنامه ریزی: شایستگی های کانونی فارغ التحصیلان. ارائه شده در سایت [www.Jobportal.ir](http://www.Jobportal.ir)
- 12) سرمد، زهره، بازرگان، عباس، حجازی، الهه. (1385). روشهای تحقیق در علوم رفتاری. چاپ سیزدهم. تهران: انتشارات آگاه.
- 13) سیف، علی اکبر و علی آبادی، خدیجه. ترجمه: بلوم و همکاران. (1386). طبقه بندی هدفهای پرورشی. کتاب اول: حوزه شناختی. تهران: رشد.
- 14) شارع پور، محمود، صالحی، صادق، فاضلی، محمد. (1379). بررسی میزان شایستگیهای کانونی در میان دانشجویان. نامه علوم اجتماعی، شماره 18، پاییز و زمستان 1380 (صص 63-88) تهران: دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه تهران.
- 15) عارفی، محبوبه. (1384). برنامه ریزی درسی راهبردی در آموزش عالی. تهران: جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی.
- 16) غفاری، محمد مهدی. (1387). مصاحبه حضوری در محل فرهنگستان علوم
- 17) فاضلی، محمد (1387). تصویری از سبک زندگی فرهنگی جامعه دانشجویی. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات فرهنگی ایران، شماره 1، بهار 1387، صص 175-198
- 18) فاضلی، نعمت الله. (1386) بحران کارکردی دانشگاه ایرانی. مقاله ارائه شده در وبلاگ اختصاصی. مولف: یادداشتهای یک مردم نگار.
- 19) فاضلی، نعمت الله. انسان آکادمیک. مقاله ارائه شده در وبلاگ اختصاصی. (و فصلنامه شماره 24 علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران)
- 20) فرامرزی فراملکی، احد. (1382). اخلاق حرفه ای. تهران: مولف.
- 21) فراستخواه، مقصود (1384). مدرسه دارالفنون، با رویکردی کاربردی. دائرة المعارف آموزش عالی، صص 737-742. تهران: موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی.
- 22) مومنی مهمویی، حسین. (1386) برنامه ریزی درسی مبتنی بر شایستگی در آموزش عالی. رویش: فصلنامه تخصصی اشتغال و کارآفرینی، شماره 19، پاییز 86. صص 20-32
- 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