

## مهندسی و وظایف مهندسان

### جلال حجازی

استاد دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه علم و صنعت ایران

#### چکیده:

تعبیرها و مفهوم های متفاوتی از واژه های مهندس و مهندسی وجود دارد، که در بسیاری از موارد، برنامه ریزی، موضوع های آموزش و نحوه آموزش مهندسی را با چند گویی و برداشت های متفاوت روبرو می سازد، این موضوع با توجه به سابقه هزاران ساله این واژه ها و مسئولیت هایی که مهندسان در طول تاریخ به عهده داشته اند، توسعه و رشد بسیار سریع مهندسی و صنایع و پژوهش های وابسته به آن در طی یکصد سال اخیر، نا همزمانی ها و انتظارات مهندسی را نیز شدت بخشیده است. در مقاله حاضر کوشش شده است تا با تکیه بر ریشه واژه های یاد شده و همچنین شناسه ها و مسئولیت هایی که در چند دهه اخیر برای واژه مهندسی و واژه مهندس بیان شده است، تعریف جامعی از این واژه ها، به دست آید، تا هر گونه برنامه ریزی برای توسعه آموزش مهندسی و دامنه های علمی و توانایی های فنی و کاربردی به استناد، تعریف انجام شود.

چون با تمام کوشش ها، نمی توان تعریفی چند جمله ای و کلاسیک را برای شناختن واژه های مهندسی و مهندس و وظایف آن ارائه کرد، ناگزیر در پایان مدلی از هدف ها، دانایی ها و مجموعه های ارتباطی و اخلاقی در کنار وظایف مهندسی پیشنهاد می شود.

**واژه های کلیدی:** مهندس، مهندسی، مهندسانه، طرح، ابتکار، نوآوری، حل مشکل

#### 1- مقدمه

هنگامیکه از دانش عملی یا مهندسی سخن به میان می آید، اولین سوال آن است که تفاوت علم Science به مفهوم مطالعه، کشف و تدوین روابط بین پدیده ها (1) و دانش Knowledge به معنی شناخت فیزیکی، فلسفی و ماهیتی پدیده ها (2) با مهندسی چیست، فصول مشترک و میانای آن ها با یکدیگر کدام است و اساسا آموزش آن ها با هم چه تفاوت هایی دارد. این موضوع با توجه به درهم تنیدگی تخصص ها و توانایی ها و دانایی های انسان در طول تاریخ در زمینه های متعدد علوم نظری، علوم عملی و حرفه ها از یک طرف و کاربرد واژه مهندسی یا مشتق های آن نظیر مهندسانه Engineered که در بسیاری از فعالیت های امروزی کاربرد یافته است، تشدید می شود.

نامگذاری نیمه خدای مصری (ایمهوتپ) به مهندس اول، نامیدن دانشمند نامداری چون ارشمیدس به عنوان پدر مهندسی، شهرت فیثاغورث فیلسوف با هندسه، نام بردن از لئوناردو داوینچی هنرمند به عنوان مهندس حقیقی و صنعت گران و یا دانشمندانی چون استیونس آهنگر، مرداک ساعت ساز، آبراهام داری و آگریکولای ریخته گر به عنوان پیشگامان مهندسی (3) و هم چنین نام بردن از فلاسفه و دانشمندان ایرانی چون ابونصر فارابی، ابوریحان بیرونی، ابوعلی سینا، خواجه نصیر الدین توسی، موسی شاکر، فرزندان موسی خوارزمی، نوبخت و ... در تاریخ مهندسی ایران (4) از چنان تنیدگی و درهم بودگی نشان دارد. که با توجه به تخصص های گوناگون آن نام آوران و زمانی که در آن می زیسته اند هیچ ایرادی بر آن وارد نیست، ولی از نظر تعریف مهندسی، همپوشانی وسیعی در زمینه های کاری آن ها وجود دارد که به آسانی قابل تفکیک و تعریف نیست، ولی در یک جمع بندی پژوهشی و اندیشمندانه، می توان هوشمندی، سازندگی، خلاقیت، ابتکار، نوآوری، حل مشکل و مهارت عملی را وجه مشترک میان آن نامداران نتیجه گرفت.

در زمان حاضر نیز با وظایفی که مهندسان بر عهده می گیرند و در عناوینی چون مهندسی همراه با تخصص (عمران، مکانیک، برق، مواد، صنایع و ...) یا مهندسی همراه با مسئولیت (مهندسی ارزش، مهندسی معکوس، مهندسی مجدد ...) و یا نوع تفکر مهندسی در

ایجاد و ابداع، نظیر مواد مهندسانه "Engineered Material" سازمان مهندسانه "Engineered organization" تبلور یافته است و به ویژه همین عنوان "مهندس" که در پایان تحصیلات دوره کارشناسی اهدا می شود ضرورت تعریف و تشخیص دامنه مسئولیت ها و وظایف "مهندس" و در نتیجه برنامه ریزی و روند آموزش مهندسی را تاکید می کند.

این مقاله کوششی است در جهت تدوین و تعریف مفاهیم مهندس و مهندسی که ناگزیر به وجوهی از تاریخ و ادبیات مهندسی نیز رجوع می کند، ولی تاریخ مهندسی نیست، علاوه بر مستندهای تاریخی و واژه شناسی، به تعریف ها و شناسه هایی که در دهه های اخیر نیز برای مهندسی، به عمل آمده است توجه می شود تا شرایط برای ارائه یک تعریف و مدل جامع در تعریف مهندسی و انجام وظایف مهندسی فراهم شود.

## 2- مهندس و مهندسی در ادبیات پارسی

در جستجوی مفاهیم مهندسی و جایگاه مهندس در زبان های ایرانی، منابع و شواهد ارزشمندی وجود دارد که سابقه این واژه ها را در شکل کنونی آن به بیش از 1200 سال می رساند.

برای ورود در این زمینه، بررسی و تحلیل "علم هندسه" یا "علم اندازه" که واژه مهندس از صورت عربی شده آن حاصل شده است، می تواند مفید باشد.

علم هندسه که از کهن ترین دانش های بشری است عموماً به تبیین قواعد و قوانین بیرونی اجسام و اشکالی می پردازد که با روش اندازه گیری اثبات می شوند، در همین حال مهم ترین ویژگی هندسه در مقایسه با سایر علوم ریاضی آن است که در علم هندسه، بین دانش و علم بشری به مفهوم شناخت ماهیت و روابط آنها و اجرای عملی رابطه ای نزدیک وجود دارد. (4)

در ادب فارسی بسیار زودتر از تاریخ تاسیس دارالفنون یا اعزام دانشجو به خارج و هزار سال قبل از آنکه میرزا رضا و یا حیدر خان بمبی به مهندس مشهور شدند، واژه مهندس به معنای اندازه گیر، شمارگر، هندسه دان، مستاح، معمار، طراح و دانای علمی و عملی به کار رفته است. (5) که می توان به طور خلاصه به پاره ای از آنها استناد کرد.

- معمار متخصص امور ساختمان و کار نمای بنایان:

زآنکه چون نحل این بنا را خود مهندس بود شاه  
آب چون آیینه شان، انگبین گشت از صفا

خاقانی

گران مایه رومی که بد هندسی  
مهندس به پذیرفت ایوان شاه

به گفتار بگذشت از پارسی  
بدو گفت من دارم این دستگاه

فردوسی

اما نکته بسیار جالب و باارزش در این فعالیت شغلی و تعریف مهندسی، آن است که کار مهندسی، کاری اندیشمندانه و همراه با طراحی و محاسبه بوده است، به طوریکه نمی توان آن را مترادف و یا معادل با بنایی قرار داد:

آن ستاند مهندس دانا  
به یکی دم که پنج مه بنا

سنایی

ادریس و جم مهندس، موسی و خضر بنا  
روح و فلک مزوق، نوح و ملک درودگر

خاقانی

در همین مفهوم، یکی از معماران قرن سیزدهم ایتالیا، افتخار می کند که یک مهندس و هندسی دان بزرگ است. و بزرگتر از آن است که او را بنا بخوانند.

- عالم آمار، دانای اعداد و توانا در اندازه گیری و مستاحی

زدینار و گوهر هزاران هزار  
که آن را مهندس نداند شمار

فردوسی

گوهر دادش و چیز و چندین ز گنج  
 که ماند از شمارش، مهندس به رنج  
 مهندسان آن شهر را مساحت کردند.  
 اسدی طوسی

ناصر خسرو

- انتخاب کننده مواد و مصالح در هر کار  
 یکی در ز آهن برو ساخته

مهندس بر آنگونه پرداخته

فردوسی

مهندس دسته پولاد تیشه

ز چوب نار تر کردی همیشه

نظامی

به سنگ و به گچ دیو دیوار کرد

نخست از برش هندسی کار کرد

فردوسی

- طراح، نقشه کش، نقشه، طرح  
 عالم نو بنا کند رای تو از مهندسی

کشور نو رقم زند فر تو از موقری

خاقانی

طربسرای محبت کنون شود معمور

که طاق ابروی یار منش مهندس شد

حافظ

همه طرحش به وضع هندسی راست

فزونی نیستش اندر کم و کاست

امیر خسرو دهلوی

جمشید ملک هیبت، خورشید فلک هیئت

یک هندسه رایش، معمار همه عالم

خاقانی

- چاره ساز، مدبر، دانا به حل مشکل ها  
 قصه به هر که می برد فایده ای نمی دهد

مشکل درد عشق را حل نکند مهندسی

سعدی

گره ز دل بگشا وز سپهر یاد مکن

که فکر هیچ مهندس چنین گره نگشاید

حافظ

در این معنا دامنه مهندسی چنان گسترده می شود که زال به عنوان خرد جمعی و اسطوره ای ایران، چاره گر، چاره ساز و مدبر در تمام بحران های ایران و پهلوانان ایرانی، دانای کامل و مرد رزم، "مرد عمل" به صورت غیر مستقیم مهندس نامیده می شود. کیخسروی به هندسه زال سیستان در ملک نیمروز شبستان تازه کرد

خاقانی

در این بیت تمام صفات زال، چاره سازی، تدبیر و خرد عملی او به هندسه تعبیر شده است.

- آگاه به علوم زمان

تفاوت بارز مهندسی با فن ورزی در ادبیات پارسی، علاوه بر مهارت در اجراء، طراحی، نقشه کشی و تدبیر، آگاهی به علوم است که مستقیماً به مجموعه فعالیت های او مربوط می شود.

که هست اینجا مهندس مرد استاد  
به وقت هندسه عبرت نمایی

جوانی نام او فرزانه فرهاد  
مجسطی دان اقلیدس گشایی

نظامی

• منطقی و استدلالی

شیخ مهندس لقب، پیر دروگر علی

کآذر و اقلیدوسند، عاجز برهان او

خاقانی

با توجه به نمونه ها و شواهد بسیار، مشخص می شود که در ایران بیش از 1200 سال واژه های مهندس، هندسه و مهندسی در کاربردهای صحیح و بسیار نزدیک به مفهوم واقعی آن در کاربردهایی نظیر طراح، خلاق، نوآور، اندیشمند، مدیر، مدر، چاره ساز، شمارگر و هوشمند به کار رفته است و در یک شرایط زمانی مناسب با واژه های لاتین **Engineer** و **Engineering** به درستی معادل شده است.

### 3- **Engineer و Engineering در ادبیات انگلیسی**

واژه **Engineer** ، اسم فاعل از فعل **Engine** تمام یا قسمتی از بار معنایی **engine** (به صورت فعل و اسم) را در بر می گیرد، واژه اخیر به معنای ماشین، موتور، وسیله جنگی، چرخ (به صورت اسم) و نقشه کشیدن، طراحی کردن، تدبیر کردن و ساختن آمده است (6) که بر خلاف نظر مرسوم و متداول، فقط به معنای موتور (عامل ایجاد نیرو برای حرکت) نیست بلکه موتور یک مفهوم ساخته و تحمیل شده بر یکی از معنای **Engine** به مفهوم محصول حاصل از هوش و ابتکار می باشد.

به منظور ریشه یابی این واژه، فرهنگ بزرگ آکسفورد، اطلاعات ارزشمندی را در اختیار قرار می دهد. (7)

واژه **Engine** که در زبان های اروپایی به صورت های مختلف

**Engine, Engyn, Enginne, Ingenio, Ingeyno** نوشته می شود، عموماً از ریشه لاتین **ingenium** مشتق شده است که این واژه نیز تغییر شکل یافته واژه **in-gin** از ریشه لاتین قدیم **gigmerc** به معنای ایجاد کردن (شدن) خلق کردن و آفرینش است، که به تدریج در معانی مختلفی که بسیاری از آنها با آفرینش، ساخت و هوش و ابتکار همخوانی دارند به کار رفته است که مفاهیم زیر سابقه تاریخی آن را روشن می سازد.

• استعداد ذاتی - نبوغ فکری

در مفهوم و معنای فوق، واژه **engine** از حدود سال 1300 میلادی کاربرد داشته است که در قرن هفدهم فقط به حوزه علم محدود می شود. در این معنا واژه **Engine** با واژه **genius** به معنای ، هوش، نبوغ معادل است که واژه **Engineer** به معنای هوشمند و نابغه در حوزه علم (بعد از قرن هفدهم) معنا داده است.

• خلق کردن، مهارت در اختراع، طراحی و ابتکار

در این معنا اسناد و مدارک از سال 1320 وجود دارد و هنوز هم به کار می رود، واژه همردیف آن در معنای فوق **ingenuity** است که به معنای ابتکار، آمادگی برای اختراع، استادی و هنرمندی است.

• محصول یا مخلوق ابتکاری، وسیله ابتکاری

هر گونه وسیله، ابزار، ابزارگان یا ابزاره ای که محصول ابتکار و خلاقیت باشد از سال 1300 میلادی در حوزه معنایی **Engine** قرار گرفته است و از اینرو قابل پیش بینی است که وسیله ای چون موتور یا ماشین که محصول ابتکار و هوش هستند با این نام مشخص شوند. در قرن 15 میلادی به هر دستگاه کامل که از ترکیب چند جز ساخته شده بود نیز اطلاق می شد که با واژه ماشین معادل است و از اینرو واژه مهندس به کسانی اطلاق می شد که محصول یا محصول هایی ابتکاری و حاصل نبوغ و ابتکار تولید کنند، این واژه در ادامه قرن هجدهم و نوزدهم به بسیاری از مبتکران صنعت در تولید، در راه اندازی و در نوآوری نیز اختصاص یافت.

• وسیله و ماشین جنگی

هر گونه دستگاه، ابزارگان و ماشین که در جنگ مورد استفاده قرار می گرفت به **Engine** معروف بود و سازندگان آن و کسانی را که در تعمیر آنها تخصص داشتند **Engineer** می نامیدند. واژه **Engineering** از همین زمان به معنا و مفهوم مجموعه وظایف طراحی، ساخت و نگهداری وسایل و ماشین های جنگی کاربرد یافت. در حقیقت واژه **Engineering** در ابتدا فقط برای سازندگان و کاربران متخصص وسایل جنگی بود و آنگاه که در سایر رشته ها و به ویژه در ساختمان سازی، پل سازی و شهر سازی کاربرد

یافت عموماً با عنوان غیر نظامی **Civil Engineering** تفکیک می‌شد. یا رشد رشته‌های مهندسی دامنه‌های تخصصی آن عبارت **Civil Engineering** به مهندسی و شهرسازی اختصاص یافت و اصطلاحات دیگری نظیر **mechanical eng**، **electrical eng**، **metallurgical eng** و ... کاربرد یافت.

• طراحی و ساختن دستگاه‌های محرک و متحرک در فرهنگ علوم و تکنولوژی (8) و هم‌چنین فرهنگ آکسفورد، در مقابل واژه **engine**، وسیله برای تبدیل نیرو به کار و همچنین دستگاه تولید نیرو برای حرکت یک وسیله، عنوان شده است که فقط بخش دستگاهی و مفهوم موتور را دربرمی‌گیرد، ولی با توجه به ریشه‌های واژه **Engineer** به تعاریف دیگری می‌پردازد که مفاهیم طراحی و ساختن از آن استنباط می‌شود.

- کسی که در دانش و هنر عملی کار می‌کند.

- کسی که صلاحیت طراحی و رهبری و اجرای کاربردی وسایل و ابزارگان را دارد.

در هر حال واژه **Engineer** به عنوان فاعل از تمام فعل‌ها و یا نام‌های **Engine** از قرن 17 متداول شده است در حالیکه واژه **Engineering** عموماً کاربردی در اوایل قرن نوزدهم داشته است و کاربرد واژه **Engineered** تقریباً به نیمه دوم قرن بیستم تعلق دارد.

#### 4- تعاریف مهندسی و وظایف مهندس

تعریف مهندسی از آنرو اهمیت دارد که با توجه به وظایفی که مهندسان باید انجام دهند و خط کلی دانایی و توانایی آن‌ها، در برنامه‌ریزی‌های آموزش مهندسی باید به اجزای آن تعریف توجه شود، به طور مثال اگر استعداد ذاتی و پرورش یافته مورد نظر باشد و یا اگر هدف ایجاد توانایی طراحی و اجرایی در انجام یک پدیده باشد قطعاً نحوه پذیرش، نحوه آموزش و شیوه ارزیابی و سنجش آن‌ها تغییر می‌کند، از طرف دیگر ارائه یک تعریف مفهومی و پایدار، کاری ساده و زود انجام نیست و به همین دلیل در بسیاری موارد، تعریف مهندسی و وظایفی که مهندسان باید انجام دهند، در یک ردیف مورد بررسی و سگالش قرار می‌گیرند تا حتی الامکان شرایط و روند‌های مهندسی روشن‌تر باشد.

واژه شناسی مهندس و مهندسی در زبان پارسی و معادل‌های آن در زبان انگلیسی و ریشه‌های آن در بسیاری از زبان‌های اروپایی مشخص می‌کند که همخوانی و هم‌معنایی وسیعی با همدیگر دارند و به درستی معادل هم شناخته شده‌اند، هر چند در مفهوم و ریشه واژه هندسه (اندازه) با واژه **engine** تفاوت اساسی وجود دارد. خارج از بحث‌های زبان‌شناسی و ریشه‌یابی واژه‌ها، برای مهندسی تعاریف مختلفی بیان شده است که در موارد بسیار به وظایف مهندسان اشاره می‌کند.

گوندیسالو (9) در قرن دوازدهم میلادی، مهندسی را در زمره علوم نظری قرار داده و با تکیه بر کاربرد آن را چنین تعریف می‌کند

"مهندسی عبارت است از تخیل و اختراع روش ترکیبی اجرام طبیعی مطابق با حساب عددی است به طوریکه قادر به انجام کار مورد نظر باشد"

در این تعریف، مهندسی علم طراحی و ابداع به گونه‌ای است که برای ساخت آماده باشد، ولی ساختن آن الزاماً به عهده مهندس نیست.

پی‌یر روسو می‌نویسد (10) به این علت که معماران رومی فاقد اطلاعات نظری بودند (و مهندس نبودند) این بناهای عظیم تا روزگار ما باقی مانده است، زیرا آنها محاسبات بار، نیرو، قوس و پی را نمی‌دانستند و از قوانین تعادل آگاه نبودند و برای اطمینان خاطر ابعاد را بی‌تناسب بزرگ و پی‌ها را بی‌جهت محکم می‌کردند.

از بیان مذکور نتیجه می‌شود که اطلاعات نظری و آگاهی بر قوانین علمی و محاسبات تعادل و استحکام، اولین حد فاصل مهندسی با حرفه و فن است و در همین حال، تکیه بر قوانین اقتصاد و صرف هزینه کمتر از عوامل مهندسی به شمار می‌آید.

کارمن دانشمند برجسته آموزش مهندسی می‌نویسد: (11)

"یک دانشمند چیزی را کشف می‌کند که وجود داشته است (و در این معنی مقصود از وجود، وجود قوانین و رابطه‌های علمی بین عناصر و اجزای طبیعت است و وجود فیزیکی یا جغرافیایی مورد نظر نیست) اما یک مهندس چیزی را به وجود می‌آورد که هرگز وجود نداشته است."

در این تعریف به صفت خلاقیت در مهندسی اشاره شده است و اگر به شعر زیبای حکیم فردوسی در عنوان بخش توجه شود، در حقیقت مهندسی کاری یزدانی است که براساس آگاهی و دانش به خلق و ایجاد می‌پردازد.

تعاریف دیگری برای مهندسی بیان شده است که تمام آن‌ها به وجوه خلق و آفرینش اشاره کرده‌اند:

- مهندسی اساسا یک فعالیت علمی است که هدف نهایی آن تغییر جهان است.(12)
  - مهندسی شناخت و بهره گیری از پدیده هاست که باتوجه به علم و هنر صورت می گیرد.(4)
  - مهندسی قابلیت طراحی ،برنامه ریزی و مدیریت یک فعالیت تولیدی است.(13)
  - مهندسی کاربرد اقتصادی علوم برای حل مسائل جامعه است.(14)
  - ABET مهندسی را حرفه یا تخصصی می داند که در آن دانش ریاضی و علوم طبیعی از طریق مطالعه ،تجربه و تمرین با دیدگاهی اقتصادی ،مواد و انرژی موجود را برای بهره وری انسان مورد استفاده قرار می دهد.
  - مهندسی همان فن ابزاری و فن سالاری است که علم جای سنت را گرفته است.(3)
  - مهندسی یا دانش عملی عبارت از شناختی است که انسان از آن بهره برداری می کندو آنرا در سازندگی جامعه خویش به کار می بندد.(15)
  - مهندسی عبارت از استعدادهای ذاتی و پرورش یافته برای نوآوری ،خلق و طراحی است که با آگاهی های علمی زمان همراه است.
  - مهندسی کاربرد دانش و علوم در طراحی ،ساخت و کنترل است.(16)
- هریک از تعریف ها و مفهوم های یادشده ،براساس ضرورت و آگاهی های دوره های خاص زمانی بیان شده است.پاره ای از آنها چنان پردامنه هستند که تمام فعالیت های زندگی انسانی را در بر می گیرند و پاره ای دیگر فقط به یک بخش عمده مهندسی نظیر نوآوری و طراحی پرداخته و سایر زمینه ها را نادیده گرفته انداز طرف دیگر ،به تدریج مفاهیم و توانایی های دیگری نظیر توجه به ویژگی های اقتصادی ،بهره وری یا برنامه ریزی به تعاریف اصلی و اولیه افزوده شده و گاه مفاهیم جدیدی به عنوان اصلی ترین بخش فعالیت های مهندسی مطرح شده اند.با توجه به تغییرات و افزونی و کاستی پاره ای از مفاهیم از تعریف مهندسی ،احتمال دگرگونی مفاهیم و معانی در آینده نیز وجود دارد و ممکن است وظایف جدیدی بر مفهوم مهندسی اعمال یا یک شاخص قدیمی از آن حذف شود،ولی نکته اساسی آن است که شاخص های اصلی آن نظیر احاطه علمی و توانای اجرایی در ساختن ثابت باقی خواهد بود و از این رو اصل مهندسی را می توان با عبارت زیر تعریف کرد.
- "مهندسی به معنای آمیزش علم و عمل (دانایی و توانایی)با بهره گیری از استعدادهای ذاتی، ابتکاری و خلاق پرورش یافته است که به صورت های گوناگون طراحی، ساخت و نگهداری کلیه محصولات انسان ساخته بروز می کند"
- با توجه به توسعه انفجار آمیز، بدنه مهندسی و علوم وابسته به آن، تقسیم و طبقه بندی رشته های مهندسی و تخصص گرایی مهندسان، امری بدیهی است و از طرف دیگر، کاربرد مهندسی و فعالیت های آن، فعالیتی جمعی است که با تمام استعدادها و خلاقیت هایی که یک مهندس باید داشته باشد، بدون همکاری با سایر رشته ها و گرایش های مهندسی و یا غیر آن، نمی تواند اثری صنعتی را ایجاد کند، تضاد حاصل از تخصص گرایی و کارگروهی و جمعی یکی از دشوارترین موانع در تنظیم و اجرای برنامه های آموزش مهندسی و کارکرد مهندسان را تشکیل می دهد.
- به همین دلیل است که در آموزش مهندسی به ویژه برنامه هایی که برای قرن بیست و یکم و ربع اول آن تنظیم و تدوین شده است به آموزش و همکاری با گروهها و رشته های دیگر و تخصص های متفاوت تاکید شده است.(16 و 17)
- در همین حال با توجه به رشد جهشی در مشاغل و فعالیت های مهندسی که برای زمان حال ناشناخته است و دانشجویانی که باید در آینده با فعالیت هایی روبرو شوند که در حال حاضر وجود ندارد، در مجموعه برنامه های آموزشی جدید بر آموزش روند یادگیری و آموزش مادام العمر و انعطاف پذیری مهندسان تاکید شده است.
- در یک جمع بندی از مجموعه آرا و نظریه ها در تعریف مهندسی، وظایف مهندسی و یا هدف از آموزشی مهندسی می توان نکات و سرفصل های زیر را قرار داد.
- توانایی کاربرد ریاضیات، علوم پایه، علوم مهندسی در حل مسائل مهندسی
  - توانایی طراحی سیستم، اجرا و یا فرایندها بر حسب نیاز و رشته
  - توانایی تعریف (شناسایی) رابطه بندی (فرمول بندی) و حل مشکلات مهندسی
  - توانایی بهره گیری از فناوری، مهارت و مهندسی جدید در عمل و با توانایی انطباق موثر یا علوم و تکنولوژی روز
  - توانایی کارکرد در گروه های متفاوت مهندسی و اقتصادی
  - درک عوامل محیطی، اقتصادی و ارتباطی در توسعه



- توانایی ایجاد رابطه موثر اخلاقی و حرفه ای در انجام وظایف
  - دانش قوی در تفکرات نظری و تحلیلی برای راهبرد، راه اندازی، حل مشکل، نوآوری و اختراع
  - درک ارزش های هنری، فرهنگی، تاریخی و اجتماعی
  - درک ارزش های محیطی انسان، سلامت جسم، روان و محیط زیست
- با توجه به مجموعه نکات فوق که در تمام منابع به صورت های گوناگون، مطرح شده است مهندسی را می توان به صورت زیر تعریف کرد:

مهندسی، توانایی انسان در انتخاب، طراحی، برنامه ریزی، راهبری، نوآوری، دوباره سازی، راهبرد و نگاهداری دستگاهها ابزارها و ... است که با پشتوانه ای از دانایی از علوم تجربی، انسانی و اجتماعی و با حفظ و رعایت اصول اخلاقی عرفی و اخلاق حرفه ای در راستای حفظ سرمایه ای، حفظ محیط زیست، حقوق و منافع بشر انجام می گیرد.

### 5- آموزش مهندسی

با توجه به تعاریف مهندسی و وظایف مهندسان، ظاهراً آموزش مهندسی و تربیت مهندسان، از یک مجموعه چند سیستمی (سامانه ای) multidisciplinary. با سمت و سوهای علوم پایه و علوم مهندسی طراحی، مهارت، مدیریت حل مشکل و سلامت های اخلاقی فردی و اجتماعی تشکیل شده است که بزرگترین خطا در نوع اندیشه و تفکر چنین مجموعه چند سیستمی با حفظ نظم و سامانه های هر یک از اجزای خود می باشد، زیرا با توجه به زیر ساختارهای آموزشی هر یک از مجموعه های فوق بدیهی است که دانشجویان نتوانند جهت اصلی در وظایف خود را پیدا کنند و بطور طبیعی چند مجموعه با نظم و ساختار تعریف شده را در کنار هم فراگیرند که نتیجه آن جز در موارد استثنایی، بی نظمی است.

در حقیقت آموزش مهندسی باید بر یک راستا، نظم و سامانه تعریف شده، استوار شود تا تمام مباحث مضامین و بخش های مختلف در حال حاضر و در آینده، در راستای آن سامانه جهت پیدا کنند که آنرا enter disciplinary نامیده اند و حتی بالاتر باید آنرا به نظام سامانه آموزش مهندسی Engineering disciplinary ارتقا داد و آنرا تعریف کرد. بطوریکه آموزش قوی در تفکرات نظری، تحلیلی که توانایی حل مشکل، راهبری، راه اندازی، نوآوری و اختراع را در یک مجموعه چند پاسخی، همراه با گروههای دیگر تخصصی و مسئولیت و رفتارهای اخلاقی، حاصل نماید. به عبارت دیگر تعریف و حل مسایل مهندسی و ارتباط سایر علوم و دانش ها با آن، در یک نظام مهندسی، بر اساس واقعیت ها، چرایی، چگونگی و چیستی تمام پدیده ها و بر اساس چند پاسخی و باز open ended problems. شکل می گیرد.

در یک مدل سازی ساده از مجموعه تعاریف و وظایف و با حفظ زیر ساختار سامانه آموزش مهندسی، بدنه آموزش مهندسی را می توان در یک فضای سه بعدی (نمودار زیر) طرح و تعریف کرد.

اول: هدف های مهندسی است که در ایجاد و پرورش توانایی های پیش گفته شده تعریف می شود.

دوم: فلسفه مهندسی است که در ایجاد، درک و آگاهی های کاربردی از مجموعه علوم و دانش روز تعریف می شود.

سوم: اخلاق مهندسی است که در راستای تفکر جهانی پای، اخلاق حرفه ای و هماهنگی انسان ها و انسان ساخته ها با سازمان طبیعت تعریف می شود.

مجددا تاکید می شود هر سه راستا و سه بعد فوق باید با هماهنگی و نظام فضایی مهندسی و به صورت همگن آموزش داده شود تا تعریف مهندسی، وظایف مهندسی و سامانه آموزش مهندسی، یگانه شوند.



### سخن آخر

نمودار کلی فوق مشخص می سازد که وسعت و دامنه آموزش مهندسی در یک دوره آموزشی چهار ساله و با توجه به تخصص های بسیار متفاوتی که در مهندسی وجود دارد، امکان تعمیق تمام عوامل موثر را نمی دهد.

با توجه به جهانی بودن:

- مقاطع تحصیلی (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا)
- طبقه بندی رشته ها و گرایش ها
- الزام بر یادگیری و آموزش مادام العمر
- الزام بر کار گروهی با دیگر رشته

این امکان وجود دارد که رشته ها و مقاطع تحصیلی بر حسب شرایط زمان و نیازهای موجود و در دنباله تحقیقات مستمر، هدفمندی و برنامه ریزی شوند و در این حال یک یا چند بخش از مجموعه اهداف، دانایی ها و جهان یابی ها، تبلور بیشتر پیدا نمایند. ولی در مجموع اصل تعاریف مهندسی و نحوه آموزش مهندسی باید مورد تاکید قرار گیرد، که بررسی و سگالش های دیگری را ضروری می سازد.





### مراجع

این مقاله بر اساس دو مقاله اصلی،

- 1- مهندس و مهندسی، جلال حجازی دهقانی - آموزش مهندسی سال چهارم شماره 13
- 2- آموزش مهندسی و نیازها در ایران، پرویز دوامی - آموزش مهندسی سال اول شماره 1 تنظیم و تدوین شده و منابع دیگری به آنها افزوده شده است.
- 1- جان برنال - علم در تاریخ جلد اول (پیرانفر - فانی) امیرکبیر 1352
- 2- جورج سارتون - تاریخ علم جلد اول (احد آرام) فرانکلین 1357
- 3- جان برنال - علم در تاریخ جلد دوم (حیدری - فرشاهی) امیرکبیر 1356
- 4- مهدی فرشاد - تاریخ مهندسی در ایران - گویش 1362
- 5- لغت نامه دهخدا
- 6- فرهنگ آریانپور
- 7- فرهنگ آکسفورد
- 8- فرهنگ علوم و تکنولوژی
- 9- بوریس دوما، تاریخ صنعت و اختراع (عبداله ارگانی) جلد دوم امیرکبیر 1362
- 10- پی یر روسو، تاریخ صنایع و اختراعات (حسن صفاری) امیرکبیر 1362
- 11- Designing a better engineer. Aero space America. ۴۶ ۱۹۹۲
- 12- Engineering Design Dieter. G. McGraw Hill ۱۹۸۷
- 13- Education the Engineer. Netting. The British Foundry man ۱۹۸۷
- 14- Reshaping The Graduate education of scientists and Engineer NAE. Press ۱۹۹۵
- 15- تاریخ پیشرفت علمی و فرهنگی رشد، گروهی از دانشمندان، ضیاءالدین دهشیری، ترجمه و نشر کتاب 1357
- 16- Education the Engineer ۲۰۲۰. NAP ۲۰۰۵
- 17- An new Engineering Education yodel for Malaysia Int. Eng. Ed. No ۱۸. ۲۰۰۲