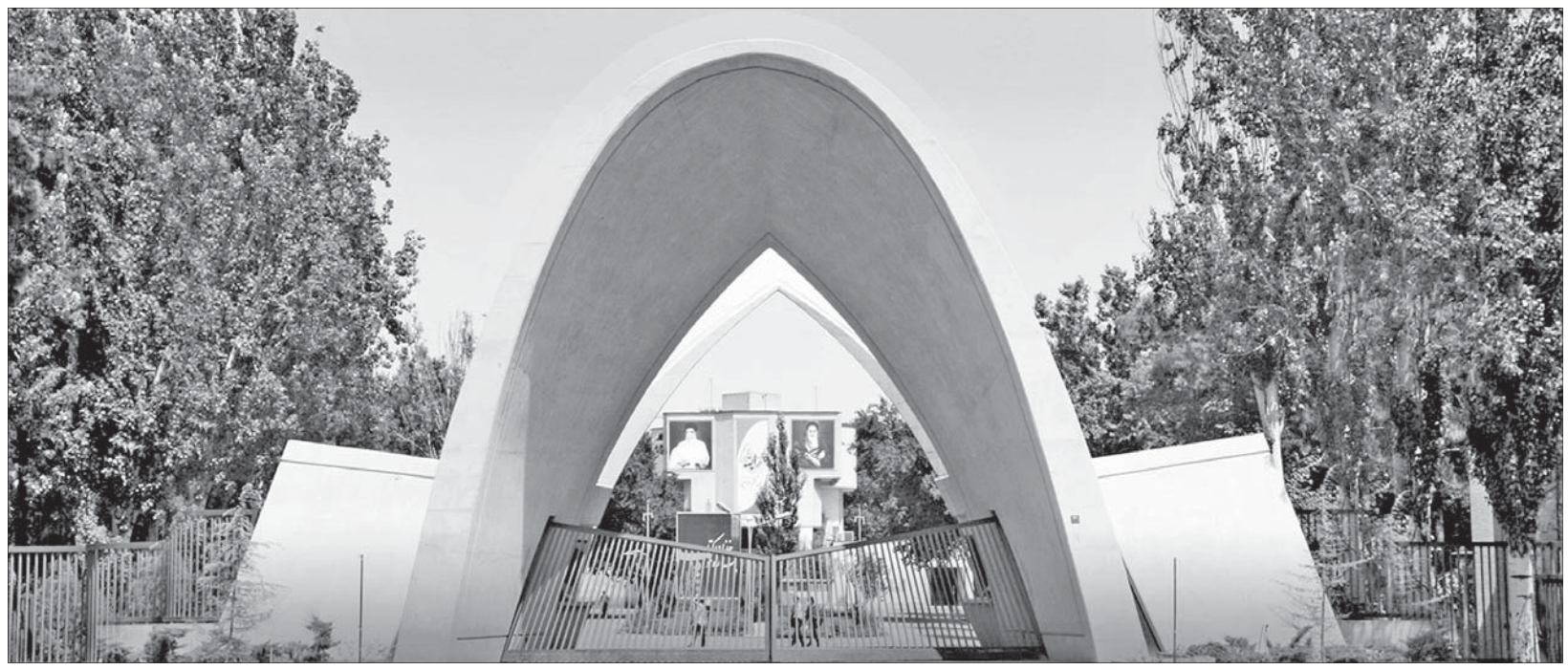

تولید، توزیع و مصرف دانش مهندسی

# آیا ما به این تعداد مهندس نیاز داریم؟

عرفان کسرایی
پژوهشگر مطالعات علم دانشگاه کاسل

با پیشرفت علم به معنای مدرن آن در قرن جدید، تحصیلات دانشگاهی نیز در سراسر جهان شکل و قالب جدیدی به خود گرفت. رشته‌های دانشگاهی روزبه‌روز تخصصی‌تر شدند و بنا بر نیاز جامعه، صنعت و تولید، رشته‌های جدیدی پا به میدان گذاشتند که پیش از آن وجود نداشتند. در یک نگاه کلی چهار دسته رشته دانشگاهی وجود داشت. علوم پایه (شامل فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و...)، علوم پزشکی (شامل پزشکی، دندان‌پزشکی، داروسازی، پرستاری و...)، علوم انسانی (شامل فلسفه و منطق، روان‌شناسی، علوم اجتماعی، علوم سیاسی و... ) و دست‌آخر رشته‌هایی مانند مهندسی شیمی، برق، مکانیک، عمران و سازه، صنایع، معدن، متالورژی و... که امروزه به‌عنوان رشته‌های علوم مهندسی شناخته می‌شوند. از نظر تاریخی این تفکیک میان رشته‌ها بنا بر دلایل اقتصادی و علمی و صنعتی و حتی استعداد و ظرفیت صورت گرفت و نه به دلایل فرهنگی یا سلیقه شخصی. این شد که مثلا یک کشور در زمینه داروسازی پیشرفت سریع‌تری داشت و کشور دیگری در مهندسی نرم‌افزار توانست سری در سرها بلند کند. روزگاری استخراج زغال‌سنگ و تولید آهن و ساخت ماشین‌های بخار بر مبنای اصول ترمودینامیک در اروپای سال‌های ۱۸۵۰ تا ۱۸۷۰ به شکل خیره‌کننده‌ای رونق گرفته بود و به موازات آن، صنعت نیاز به تربیت نیروهای متخصص برای افزایش سطح تولید و بهره‌وری داشت. دقیقا در همین سال‌های پس از ۱۸۷۰ بود که آلمانی‌ها به‌ویژه در صنایع شیمیایی به پیشرفت‌های چشمگیری دست پیدا کردند. در سال ۱۸۷۲ گزارش یک گروه انگلیسی که از آلمان بازدید می‌کرد، نشان می‌داد که تعداد دانشجویان شیمی مشغول به تحصیل، تنها در دانشگاه مونیخ، از تعداد دانشجویان شیمی در کل انگلستان بیشتر است.

## مهندسی، محصول دنیای مدرن یا میراث تمدن

مهندسی به‌طورکلی محصول دنیای مدرن نیست. تمدن‌های چندهزارساله هم پل و سازه می‌ساختند و هم می‌دانستند چگونه می‌توان راه ساخت و ساختمان بنا کرد. مقاله‌ای با عنوان پیشرفت‌های مهندسی مکانیک در ایران قدیم که در فصلنامه آموزش مهندسی ایران منتشر شده بود، نشان می‌داد که چطور مهندسان ایرانی در قرون سه، شش و هفت هجری از کنترل اتوماتیک، مکانیسم‌ها، فواره‌ها، مدارهای هیدرولیک، بالابرها، پرداخت مواد سخت و سنگ‌های قیمتی باخبر بوده‌اند. در سراسر جهان بسیاری از طرح‌های قدیمی آسیاب، توربین و چرخ‌دنده‌ها تقریبا به همان شکل قدیمی، اما با دقت و ظرافت بیشتر و مواد اولیه بهتر و برای کار در سرعت‌های بالاتر ساخته می‌شوند. اجزای اصلی نیروگاه‌های آبی مدرن چیزی شبیه به اجزای آسیاب‌های آبی هزار سال قبل است. موتور بخار «هرو» ( Heroیا Heron) که در قرن اول میلادی در اسکندریه مصر ساخته شده هم مشعل دارد، هم دیگ و هم لوله‌های بخار. «احمدبن موسی بن‌شاکر» خراسانی در کتاب الحیل، ۹۰ طرح از مدارهای هیدرولیک ثبت کرده است. کوزه‌ای که در آن هم شربت وجود داشت و هم آب و به دلخواه از آن آب یا شربت بیرون می‌آمد. از طراحی دستگاه اتوماتیک تغذیه فیتیله چراغ، چرخ معبد چغازنبیل، توربین مولد حرکت در کتاب الجزری نمی‌توان به سادگی گذشت. «جوهری نیشابوری» که در قرن ششم هجری کتاب جواهرنامه نظامی را نوشته، واقعا یک مهندس بوده یا تنسوخ‌نامه ایلخانی که «خواجه نصیرالدین طوسی» در قرن هفتم هجری نوشته، واقعا یک کتاب طراحی و مهندسی است. بنابراین مهندسی، به‌لحاظ تاریخی محصول علم مدرن نیست. هرچند ابزارها و روش‌های مهندسی امروز به صورت خیره‌کننده‌ای پیشرفته‌تر از قرون و اعصار گذشته است، اما این به آن معنا نیست که در دنیای قدیم مهندسی وجود نداشته است. بله در ایران و مصر باستان یا در هزار و دو هزار سال پیش کسی خبر از قوانین ترمودینامیک و معادلات دینامیک و استاتیک به شکل امروزی و با این دقت در ساخت و اندازه‌گیری نداشته اما با وجود این، بشر هم می‌توانست پل بسازد، هم کشتی و هم اسکله و می‌توانست بارهای سنگین را هم جابه‌جا کند.

## تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی، نیاز صنعت

همان‌گونه که گفته شد، ظهور شاخه‌های جدید مهندسی در جوامع مختلف، پاسخی به نیاز صنعت و توسعه صنعتی آن جوامع بود. با وجود این ممالکی که در دوران پس از انقلاب صنعتی هیچ نقشی در علم و فناوری نداشتند، مجبور به کپی‌برداری دانش و فناوری از تولیدکنندگان آن شدند و برخی جوامع نیز کوشیدند دانش‌ها و روش‌هایی که آموخته‌اند را بومی کنند. البته بومی‌سازی به این سادگی‌ها نبود و مهندسی معکوس همیشه به آسانی ممکن نیست. مثلا رمزگشایی از یک آلیاژ پیچیده و ساختار مهندسی پیشرفته یک هواپیمای بویینگ مسافربری، چیزی نیست که با مهندسی معکوس و با صرف وقت ممکن شود. جوامع مدرن و زندگی شهری، ملزومات مدرن هم می‌طلبد و برای حمل‌ونقل در شهرها، برای ایجاد روشنایی، گرمایش و سرمایش، یا باید دست به طراحی زد یا از طراحی دیگران استفاده کرد. در ایران با ظهور دانشگاه‌های مدرن، دانشجویانی برای فراگیری دانش و مهندسی‌های جدید راهی غرب شدند و اولین نسل مهندسان در دوران جدید تلاش کردند هرآنچه آموخته‌اند را برای پیشرفت و آبادانی کشور خود به کار بگیرند. اما یک مشکل بزرگ در این بین وجود داشت: هر کشوری ظرفیت مشخصی برای تولید در کارخانه‌ها و طراحی خودرو یا تعمیر و نگهداری نیروگاه‌ها دارد. به عبارت ساده‌تر این نیاز صنعت و اقتصاد است که تعیین می‌کند به چه تعداد مهندس و در چه رشته‌هایی نیاز وجود دارد. در ایران اما یک فاکتور دیگر غیر از نیاز صنعت و اقتصاد نقش بازی می‌کرد: علاقه به لقب و تیتر!

## فرزندان دکتر و مهندس

درس و تحصیل در جامعه ایرانی مانند بسیاری از کشورهای خاورمیانه به‌عنوان یک ارزش اجتماعی در نظر گرفته می‌شود. تشویق به یادگیری و ارزش‌گذاری به موضوعات علمی در بسیاری از خانواده‌ها باعث امیدواری است. اما رقابت‌ها و چشم و هم‌چشمی‌ها شاید در کمترین نقطه‌ای از جهان به شکلی که در ایران رایج است، وجود داشته باشد. کلاس‌های کنکور و فشار والدین نگران برای کسب رتبه بهتر فرزندان یکی از آسیب‌های جدی فرهنگی به وضعیت آموزش عالی کشور است. نفس وجود کنکور سراسری برای گزینش دانشجو، کیفیت آموزش را در سیستم آموزشی ایران بسیار پایین آورده است. رشته‌های دانشگاهی که نه براساس علاقه که بر مبنای تست‌های چهارگزینه‌ای به دانش‌آموز و دانشجو تحمیل می‌شود. دانش‌آموزی که هیچ درکی از تفاوت بین رشته‌های مهندسی عمران و مکانیک و صنایع ندارد و صرفا بر مبنای توصیه دیگران یا چشم و هم‌چشمی والدین یا فرزندان همسایه و دوستان وارد رشته‌های تحصیلی می‌شود که نه به آن علاقه‌ای دارد و نه احتمالا آینده شغلی پیش‌روی خود می‌بیند. متأسفانه رتبه‌بندی‌های اجتماعی در بیش از نیم‌قرن اخیر سبب شده خانواده‌ها (به‌ویژه طبقه متوسط) تمایل شدیدی به داشتن فرزند دکتر یا مهندس پیدا کنند. از دید بسیاری از خانواده‌ها رشته‌های دانشگاهی فقط در پزشکی یا مهندسی خلاصه می‌شود و در زمان انتخاب رشته بسیاری از خانواده‌ها به فرزندان خود توصیه می‌کنند که از رشته‌های علوم پایه فیزیک، ریاضیات، شیمی، زیست‌شناسی یا رشته‌های علوم انسانی مثل فلسفه و منطق صرف‌نظر کنند و سعی کنند یا پزشک و دندان‌پزشک شوند یا اگر در علوم ریاضی تحصیل‌کرده‌اند، رشته‌های مهندسی را انتخاب کنند. بسیاری از خانواده‌ها دوست دارند که فرزندانشان عنوان دکتر یا مهندس را یدک بکشند تا از این طریق، حس غرور و تفاخر خود را در بین بستگان و همسایگان تقویت کنند.

## آیا ما به این تعداد مهندس نیاز داریم؟

پاسخ به این پرسش نیازمند یک تحلیل آماری و بررسی دقیق سالانه اشتغال فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در کشور است. از آمار و ارقام که بگذریم شاید بسیاری از ما فارغ‌التحصیلان مهندسی را در اطراف خود بشناسیم که به کاری غیرمرتبط و مشاغلی غیر از آنچه که در دانشگاه برای آن تربیت شده‌اند، می‌پردازند. مثلا مهندس عمرانی که کار ترجمه انجام می‌دهد، مهندس معدنی که در کلاس کنکور، ریاضیات درس می‌دهد یا مهندس برق یا مکانیکی که مسافرکشی می‌کند یا مغازه فست‌فود باز کرده است نشان می‌دهد که به اشتباه وارد این رشته شده یا اینکه ساختار تحصیلات آموزش عالی کشور نقصی دارد که بدون توجه به ظرفیت اشتغال و تعداد فارغ‌التحصیلان این رشته‌ها، صندلی دانشگاه‌ها را پر کرده است. این عطش مهندسی که در ایران دیده می‌شود شاید برای جوامع دیگر قابل درک نباشد. در بسیاری از کشورهای پیشرفته اروپایی در سال‌های اخیر حتی نوعی بی‌تفاوتی به تحصیل در رشته‌های فنی و مهندسی دیده می‌شود. در حالی‌که کشور ما لبریز از فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی است. گزارش مؤسسه کار آلمان در کلن (Bundesagentur für Arbeit; IW Köln) در سال ۲۰۱۰ نشان می‌داد این کشور تقریبا ۲۶ هزار مهندس کم دارد؛ ۱۵هزارو

**گزارش سال ۲۰۱۵ مجمع جهانی اقتصاد نشان می‌داد که ایران (با ۲۳۳ هزار نفر) به‌لحاظ تعداد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در جایگاه سوم دنیا ایستاده است. یعنی بلافاصله پس از روسیه (۴۵۴ هزار نفر) و ایالات متحده آمریکا (۲۳۸ هزار نفر). اما آیا ایران به‌لحاظ سهم خود در بازار جهانی تولیدات صنعتی در جایگاه سوم ایستاده است؟ لااقل آمارها این‌طور نشان نمی‌دهند**

۵۰۰ مهندس مکانیک و ۹هزارو ۵۰۰ مهندس برق و پنج‌هزارو ۶۰۰ مهندس عمران و معماری. در کشور آلمان که به موتور صنعتی اروپا مشهور است، بسیاری از دانش‌آموزان علاقه‌ای به ورود به رشته‌های فنی و مهندسی یا حتی پزشکی ندارند و رشته‌های علوم اجتماعی، علوم سیاسی، هنر و تاریخ و فلسفه و موسیقی برای بسیاری جذاب‌تر است. در ایران اما وضع به گونه واضحی متفاوت است. گزارش سال ۲۰۱۵ مجمع جهانی اقتصاد (the World Economic Forum) نشان می‌داد که ایران (با ۲۳۳ هزار نفر) به‌لحاظ تعداد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در جایگاه سوم دنیا ایستاده است. یعنی بلافاصله پس از روسیه (۴۵۴ هزار نفر) و ایالات متحده آمریکا (۲۳۸ هزار نفر). اما آیا ایران به‌لحاظ سهم خود در بازار جهانی تولیدات صنعتی در جایگاه سوم ایستاده است؟ لااقل آمارها این‌طور نشان نمی‌دهند.

## تولید، توزیع و مصرف دانش مهندسی

یکی از مهم‌ترین کلمات در مهندسی اصطلاح «طراحی» است. این کلمه در بسیاری از مسائل مهندسی به معنی طرح اشیا و سیستم‌هایی با ماهیت مکانیکی به کار برده می‌شود؛ سیستم‌هایی نظیر ماشین‌ها، سازه‌ها و ابزارها و نظایر آن. بدیهی است که برای طراحی باید از ریاضیات، علم مواد و متالورژی و... بهره گرفت. برای نمونه در طراحی خرپاها که در مهندسی عمران اهمیت فراوانی دارند نه‌تنها شکل طراحی مهم است بلکه یک مهندس اساسا باید بداند که پل مورد نظر را باید از چوب بسازد یا فولاد. حتی ملاحظاتی مانند قیمت نهایی و تمام‌شده یا دردسترس‌بودن متریال سازه نیز در تصمیم‌گیری نهایی مهندس طراح مؤثر است. برای نمونه اگر سفارش طراحی یک دهانه ۳۰ متری است مهندس می‌تواند از فرم خرپای «Howe» استفاده کند و پل چوبی بسازد، اما اگر بخواهد از فولاد استفاده کند خرپای «فینک» (Fink) یا قوسی یا حتی «پرات» (Pratt) را براساس جداول مهندسی انتخاب خواهد کرد. اما این جداول مهندسی درواقع تولید ما نیست و ما مصرف‌کننده دانشی هستیم که از طریق کتاب‌ها و دستورالعمل‌های ترجمه‌شده آموخته‌ایم. این‌که چرا ما مصرف‌کننده طرح‌ها و الگوهای مهندسی و پلت‌فرم‌های از پیش طراحی‌شده هستیم و نه تولیدکننده، داستان دیگری دارد و دیگران درباره آن به‌تفصیل نوشته‌اند. نشریه اشپیگل جایی در گفت‌وگو با یک کارشناس مصری به نام «نادر فرجانی» که مدیر مرکز پژوهشی المشکات است، نوشته بود: «این یک مسئله مرتبط با ذهنیت جامعه است. کشورهای ثروتمند و غنی از منابع نفتی، نگرانی کمتری دارند. آنها روی منابع نفت نشسته‌اند. آنها نیازی نمی‌بینند که فناوری‌ها را خودشان تولید کنند. بلکه جدیدترین فناوری‌های روز دنیا را به‌سادگی خریداری می‌کنند. آنها حتی فناوری‌های مرتبط با صنعت نفت را نیز خریداری می‌کنند».

## مهندسی، چرخ صنعت و تولید

طراحی خلاقانه مهندسی، راهی است که کشورهای پیشرفته صنعتی پیش گرفتند و با عرضه طرح‌ها و ایده‌های نو بازارهای بزرگ جهانی را در کنترل خود گرفته‌اند. خودروهای ژاپنی در بسیاری از کشورهای اروپایی بی‌رقیب هستند. قطعات الکترونیکی و گوشی‌های هوشمند تلفن همراه و کامپیوترهای ساخت کره‌جنوبی و چین، ماشین‌های صنعتی خط تولید کارخانه‌ها که آلمانی‌ها به تمام دنیا صادر می‌کنند یا تجهیزات اکتشاف و حفاری نفت که آمریکایی‌ها در اختیار دارند، محصول برنامه‌ریزی‌های دقیق و کلان در صنعت و آموزش مهندسی است. هرکدام از این کشورها بنا به ظرفیت تولید و نیاز صنعت خود، می‌دانند که سالانه به چه تعداد فارغ‌التحصیل مهندسی نیاز دارند. مهندس یک لقب و عنوان بخصوص نیست و اساسا در بسیاری از کشورها چنین عنوانی که پیش از نام فرد گفته شود، وجود ندارد. در کشورهایی که موتور، سیستم‌های کنترل در خودروها و هواپیماها، نیروگاه‌های الکتریکی یا دستگاه‌های پزشکی، چرخ‌دنده‌ها و میل‌لنگ‌ها، سیلندرها و پیستون‌ها، توربوماشین‌ها، توربین‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها، موتورهای درون‌سوز، موتور جت و موتور موشک یا دستگاه‌های تهویه مطبوع طراحی شده‌اند، مهندسی یک لقب یا یک پُز شیک نیست. یک حرفه است که افرادی برای تحصیل آن مدت مشخصی در دانشگاه تحت تعلیم قرار می‌گیرند و با فارغ‌التحصیلی طبق برنامه جذب بازار کار و اشتغال مرتبط می‌شوند. همان‌طور که گفته شد، تحصیل دانشگاهی در رشته‌های مهندسی و تربیت نیروهای متخصص، متناسب با نیاز صنعت و ظرفیت تولیدی یک کشور است. مثلا ظهور رشته مهندسی مکانیک به شکلی کنونی آن محصول انقلاب صنعتی در اروپا در قرن ۱۸ میلادی است. شاید چرخ چغازنبیل مربوط به هزارو ۲۵۰ سال پیش از میلاد میراث ارزشمند تاریخ علم و تاریخ مهندسی باشد، اما باید واقعیت را بپذیریم. در دنیای امروز این دانشگاه‌های ایالات متحده آمریکا هستند که در صدر ده مرکز برتر مهندسی مکانیک دنیا قرار گرفته‌اند. اختراع دوچرخه در سال ۱۸۱۷، دینام در سال ۱۸۶۶، یخچال در سال ۱۸۷۶، موتور سیکلت در ۱۸۸۵، خودرو در سال ۱۸۸۶ به وسیله بنز و دایملر، موتور دیزل در ۱۸۹۰، شمع خودرو سال ۱۹۰۲، هلیکوپتر در سال ۱۹۳۶، موتور جت در ۱۹۳۹ و بی‌شمار مثال دیگر نشان می‌دهد که ما در تولید و ساخت این سازه‌ها و ماشین‌ها و روش‌های مهندسی هیچ سهمی نداشته‌ایم.

## مهندسی و مسائل عملی

دنیای مسائل مهندسی اساسا با دنیای علوم پایه تفاوت دارد. کار یک مهندس به‌لحاظ روش‌شناسی علم، درست برخلاف کار دانشمند که به جنبه‌های تئوریک دانش می‌پردازد و تلاش می‌کند توضیحی برای پدیده‌های طبیعت ارائه کند، مبتنی بر کاربرد تکنیکی علوم است. به عبارت ساده‌تر یک فیزیک‌دان می‌خواهد توضیح دهد چرا مس رسانای الکتریکی است یا اینکه چرا رنگین‌کمان تشکیل می‌شود. اما یک مهندس می‌خواهد پلی بر روی دریاچه بنا کند یا بدنه خودرو را به صورتی طراحی کند که در مصرف سوخت حداکثر صرفه‌جویی ممکن شود. اگرچه کار مهندس به نوعی به‌کاربستن کاربرد تکنیکی علوم است، اما در عمل این‌طور هم نیست که مهندس صرفا با تئوری‌های دانشمندان علوم نظری سروکار داشته باشد. از قضا مهندس در حین کار و طراحی، مدام با مسائلی حل‌نشده روبه‌رو می‌شود. در طراحی مهندسی، تنها یک پاسخ وجود ندارد. مثلا انحنای بدنه یک خودرو را می‌توان به ده‌ها و صدها شکل مختلف طراحی کرد. تشخیص اینکه کدام طرح از بقیه طرح‌ها بهتر است یا کارآمدی بیشتری دارد صرفا براساس محدودیت‌های تکنیکی صورت نمی‌گیرد. ملاحظاتی نظیر زیبایی یا قیمت تمام‌شده و نظایر آن نیز در خروجی یک طرح، نقش بازی می‌کند. مهندس باید از خود بپرسد آیا طرح توان رقابت با مدل‌های مشابه را دارد؟ آیا به‌لحاظ ساخت و مصرف توجیه اقتصادی دارد؟ آیا تعمیر و نگهداری آن به‌سهولت میسر است؟ آیا از فروش یا کاربرد آن سودی حاصل می‌شود؟

## توان مهندسی یک کشور یک شبه به دست نمی‌آید

اگر درباره مأموریت «روزتا» و کاوشگر «فیله» شنیده باشید احتمالا می‌دانید که مدیریت این مأموریت پیچیده فضایی را مرکز پژوهش‌های هوافضای «DLR» برعهده داشت؛ مؤسسه‌ای که وجود خود را مدیون کارهای «لودویگ پرانتل»، پدر علم آیرودینامیک است که در حدود یک قرن پیش در سال ۱۹۰۷، آزمایشگاه پژوهش‌های آیرودینامیک در شهر گوتینگن (AVA) را راه‌اندازی کرده بود. پشت این موفقیت عظیم مهندسی فضایی، یک تاریخ پر از ناملایمات و سختی‌های فراوان نهفته است. عنوان مهندس ممکن است برای دانشجوی جدیدالورود به دانشگاه جذاب و خوشایند باشد، اما نباید فراموش کنیم که پیشرفت یک کشور در علوم مهندسی و به‌کارگیری دانش مهندسی در صنعت، تنها با خلاقیت و زحمت و صرف وقت فراوان ممکن می‌شود و نه با القاب و تیترهای پرطمطراق دکتر و مهندس.

---

دریچه

### حلقه مفقوده ارتباط با صنعت

## دانشکده‌های مهندسی

بابک عرفانی

زمانی که مجله اقتصادی فوربس آماری از تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی در کشورهای مختلف دنیا ارائه داد، بحث‌های زیادی درباره تعداد بالای مهندسان در کشورهایی مانند ایران، ویتنام و اندونزی درگرفت. این سه کشور در بین ۱۰ کشور با بیشترین تعداد فارغ‌التحصیل مهندسی قرار داشتند. درحالی‌که حتی چهار کشور از هشت کشور صنعتی دنیا؛ فرانسه، آلمان، بریتانیا، ایتالیا، ژاپن، ایالات متحده آمریکا، روسیه و کانادا در جمع ۱۰ کشور با بیشترین تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی حضور نداشتند. نه آلمان در این لیست قرار داشت و نه بریتانیا و نه ایتالیا و نه کانادا. بر اساس این آمار، ایران در رتبه سوم ایستاده و پس از روسیه و آمریکا در این فهرست قرار گرفته بود. بد نیست بدانیم که تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی در ایران تنها چهار هزار نفر کمتر از ایالات متحده بود. تازه با درنظرگرفتن این‌که جمعیت ایالات متحده آمریکا بالغ بر ۳۲۰ میلیون نفر و حدود چهار برابر جمعیت ایران است. نکته جالب توجه این بود که تعداد مهندسان فارغ‌التحصیل در ایران حتی به مراتب از ژاپن نیز بیشتر است. نه‌تنها از ژاپن که حتی دو برابر بیشتر از فرانسه که یکی از هشت کشور مهم صنعتی دنیاست.

### علوم محض یا کاربردی؟

سیستم آموزشی در ایران به صورت سنتی مبتنی بر حفظ داده‌ها و اطلاعات بوده است. دانش‌آموزان بر پایه یک سنت دیرینه آموزشی، جدول ضرب و بسیاری از معادلات ریاضی، اسامی و فرمول‌ها را از بر می‌کنند. این روند به آموزش عالی هم کشیده شده و درواقع (حفظ‌کردن جمله‌به‌جمله و کلمه‌به‌کلمه تعاریف)، بخشی از روش آموزشی کهن ما شده و بر سراسر نظام آموزشی کشور سایه انداخته است. دانش‌آموزانی که خط‌به‌خط پاسخ‌های دروس تاریخ و جغرافیا را از بر می‌کنند و بی‌کم‌وکاست دقیقا همان چیزی که در کتاب نوشته را تکرار می‌کنند، هرگز نخواهند توانست در آینده ذهن خلاقی داشته باشند. ورود به فاز کنکور سراسری به نوعی دیگر، بار دیگری بر دوش این مشکل می‌اندازد. مهارت تست‌زنی و انتخاب گزینه درست از بین چهار گزینه یکی از بی‌معناترین روش‌هایی است که می‌توان بر اساس آن، دانش‌آموزان را برای تحصیل در رشته‌های مختلف دانشگاهی، دست‌چین کرد. مهارتی که گاهی کمترین ارتباطی به صلاحیت علمی دانش‌آموزان ندارد ولی در عین حال تعیین می‌کند یک دانش‌آموز، مهندس پلیمر شود یا مهندس برق. حتی دفاتر ارتباط با صنعت در دانشگاه‌ها نیز نتوانسته‌اند گره از کار فروبسته ارتباط دانشگاه با صنعت بگشایند. دانشجویان رشته مهندسی مکانیک عموما به جز چند بازدید از پالایشگاه و نیروگاه و سایر مراکز صنعتی با بسیاری از کاربردهای دانش مکانیک در صنعت بیگانه‌اند. نه قوانین کار را می‌آموزند و نه مقررات کارگاهی و نه می‌توانند گزارش بنویسند. اغلب دروس فنی و عملی مانند طراحی اجزای ماشین، غالبا در حد نظری باقی می‌مانند و دانشجو از آنجا که بسیاری از قطعات صنعتی را از نزدیک ندیده، ممکن است تصور کاملا اشتباهی از ماهیت مسائل طراحی پیدا کند. به همین جهت بسیاری از فارغ‌التحصیلان مهندسی زمانی که برای ادامه تحصیل به دانشگاه‌های غربی مهاجرت می‌کنند، با یک مشکل بزرگ مواجه می‌شوند؛ سواد نظری و محاسباتی بالا و تجربه کاری و عملی تقریبا هیچ. دروس ریاضیات مهندسی پیشرفته در دوره کارشناسی که در کمتر جایی در دنیا تدریس می‌شود، دانشجویان را از نظر تئوریک باسواد و از نظر خلاقیت مهندسی و طراحی بی‌سواد می‌کند. در چنین شرایطی ایران به‌لحاظ تولیدات صنعتی هرگز به کره جنوبی یا ژاپن یا فرانسه نخواهد رسید. حتی اگر تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی ایران دو یا سه برابر این کشورها باشد.

---

نگاه نو

### درباره اهمیت‌دادن به رتبه‌بندی‌های بین‌المللی دانشگاهی

## هدف از پژوهش، باید تولید ثروت باشد

مسعود حاجی‌علیلو
استاد دانشگاه تبریز

قرارگیری نام چند دانشگاه ایرانی در برخی از شاخه‌های علمی در بین ۵۰۰ دانشگاه برتر بر اساس طبقه‌بندی مؤسسه تایمز نشان‌دهنده حرکت رو به رشد فعالیت‌های علمی در دانشگاه‌های کشور بوده که ذاتا اتفاق مبارکی محسوب می‌شود. این امر نشان‌دهنده تلاش و کوشش پژوهشگران ایرانی شامل اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و همچنین دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی است. تمامی دانشگاه‌های دنیا همواره علاقه‌مند به قرارگیری در رتبه‌های بهتر برای جذب دانشجویان خوب از یک طرف و مورد توجه قرارگرفتن از سوی مراکز صنعتی پیشرو برای اخذ پروژه‌های پژوهشی و گرفتن امتیاز و احتمالا بودجه بهتر از دولت‌ها هستند. بااین‌حال قرارگیری در رتبه‌های بالاتر برای دانشگاه‌های پیشرفته هدف نبوده، بلکه نتیجه اعمال سیاست‌های کلان علمی، پژوهشی و فناورانه است که نه‌تنها باعث رشد و بالندگی علمی شده و کمک شایانی در جهت توسعه همه‌جانبه کشور می‌کند، بلکه نام دانشگاه را نیز پرآوازه می‌کند. بنابراین ریل‌گذاری طوری صورت گرفته است که قطار علم مسیرهای مشخصی را بر اساس الگوی توسعه باید طی کند و انتشار نتایج پژوهش‌ها صرفا یکی از ایستگاه‌های این قطار است. اهمیت پژوهش در دانش و فناوری به‌عنوان محرکه اصلی رشد اقتصادی و صنعتی بر سیاست‌گذاران پوشیده نیست. در واکاوی ریشه‌ای این موفقیت باید نقش نهادهای سیاست‌گذاری‌های کلان را که عموما زیرمجموعه‌ای از دولت‌ها هستند هم مورد توجه قرار داد. قسمت عمده‌ای از سیاست‌گذاری‌ها در این حوزه به‌طور غیرمستقیم و از طریق اختصاص بودجه صورت می‌گیرد؛ به‌عنوان‌مثال در ایالات متحده تعداد زیادی از نهادهای فدرال زیر نظر دولت مرکزی بودجه‌ای را که کنگره به آنها تخصیص داده است یا خودشان برای هزینه داخلی صرف توسعه علوم و فناوری می‌کنند یا از طریق «کمک‌هزینه» به نهادهای دیگر مانند دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی اعطا می‌کنند. بنیاد علوم آمریکا بر اساس گزارشی تاریخی به نام «دانش مرزی بی‌انتها» که به اهمیت حمایت دولت از دانش و فناوری در جهت شکوفایی اقتصادی و تأمین امنیت کشور تأکید داشت، بعد از جنگ جهانی دوم تأسیس شد. این بنیاد سالانه حدود ۱۰هزار طرح پیشنهادی برای پژوهش را دریافت می‌کند. استادان و محققانی که در زمینه‌های مربوطه خبره هستند این طرح‌ها را بررسی و چندین‌هزار طرح را برای تخصیص بودجه انتخاب می‌کنند. این طرح‌ها نه‌تنها از لحاظ علمی، بلکه از لحاظ تأثیرگذاری بلندمدتشان در جامعه هم مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. به این صورت بنیاد ملی علوم به‌همراه سایر نهادهای مشابه سمت‌وسوی آموزش و پژوهش در این کشور را تعیین می‌کنند. به گزارش رسمی وزارت بازرگانی ایالات متحده، پژوهش‌های علمی میلیاردها دلار در سال به اقتصاد آمریکا کمک می‌کنند. در کشورهای درحال‌توسعه این سیاست‌گذاری کلان در رشد علم کم‌رنگ یا گاهی بر توسعه همه‌جانبه منطبق نیست؛ به‌عنوان‌مثال این سیاست‌ها بعضا در جهت افزایش کمی و گاهی کیفی مقالات متمرکز می‌شود. سال‌هاست که اساس سیستم ارتقای اعضای هیئت علمی و دیگر مزایا در ایران، مقالات منتشرشده در مجلات است. بنابراین استادان با استفاده از دانشجویان تحصیلات تکمیلی، (بدون پرداخت حقوق به آنها) به پژوهش در زمینه موردعلاقه خود و دانشجو که امکان چاپ مقاله‌های بیشتر هم فراهم باشد، می‌پردازند. اصطلاحی عجیب در بین دانشجویان به نام «مقاله‌خوری خوب» مطرح است که به معنی امکان چاپ مقاله‌های بیشتر برای موضوع موردنظر است. این موضوعات الزاما در جهت اولویت‌های پژوهشی و صنعتی کشور برای پیشرفت و تولید علم نیستند. در این میان دانشجویان دکترا چون حقوقی دریافت نمی‌کنند، باید از منابع دیگری مثل خانواده هزینه‌های زندگی‌شان را تأمین کنند یا در حین تحصیل مشغول به کار شوند. حتی در برخی موارد این دانشجویان مجبور به پرداخت هزینه‌های دستگاه‌های آزمایشی نیز هستند. این مسئله از کیفیت تحصیلات تکمیلی که شتاب‌دهنده اصلی صنعت و فناوری است، می‌کاهد. شرط فارغ‌التحصیلی دانشجویان دکترا نیز انتشار مقاله است. حتی در این مسیر گاهی مبالغ قابل‌توجهی پول برای حق نشر مجلات خارجی عموما غیرمعتبر پرداخت می‌شود. تعداد زیادی از دانشجویان نیز برای امکان اخذ پذیرش از دانشگاه‌های خارج از کشور تلاش وافری می‌کنند تا بتوانند مقاله‌ای چاپ‌شده در دست داشته باشند. همه این عوامل دست به دست هم داده تا در کشور مسابقه‌ای برای چاپ مقاله ایجاد شود. در این میان بالارفتن رتبه علمی دانشگاه‌ها که اساس آنها عموما تعداد مقالات و ضرایب تأثیر آنهاست، نمی‌تواند مسئله‌ای زیاد دور از ذهن باشد، اما سؤال اینجاست که آیا این روند می‌تواند کمک شایانی به فرایند توسعه پایدار و تولید ثروت در کشور کند. قطعا هر کار پژوهشی در هر زمینه‌ای ارزشمند است، ولی با توجه به مشکلات بی‌شمار کشور، پاسخ این سؤال نمی‌تواند کاملا مثبت باشد. برای کشور ما پژوهش در مورد موضوعاتی که بعدا بتوانند به‌عنوان ایده‌های اولیه کارآفرینی مطرح شده و ایجاد شغل و ثروت کنند یا به حل معضلات صنعتی یا محیط‌زیستی کشور بینجامند، بر موضوعاتی که صرفا تبدیل به یک یا چند مقاله شده و رتبه علمی دانشگاه‌ها را افزایش دهند باید اولویت داشته باشند. بنابراین باید تلاش شود تا با سیاست‌گذاری درست از هدررفت منابع مالی و انسانی کشور جلوگیری شود. برای اثربخشی علم و پژوهش در جهت اهداف مشخص و توسعه پایدار باید سیاست علمی کشور به‌صورت متمرکز و از سوی مجموعه‌ای از نخبه‌های علمی و فناوری در حوزه‌های مختلف تدوین شود و این سیاست‌ها به‌صورت حمایت‌های هوشمند از پژوهش‌های منطبق بر این سیاست‌های کلان انجام پذیرد و تشویق و ارتقای اعضای هیئت علمی و پایان‌نامه‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی بر اساس اثربخشی پژوهش در حل مسائل مبتلابه کشور مورد ارزیابی قرار گیرند. پروژه‌های پژوهشی به‌صورت واقعی و نه دستوری بر اساس نیازهای کشور تدوین و مورد حمایت قرار گیرند. تأمین مادی زندگی دانشجویان دکترا در بودجه‌های پروژه‌های پژوهشی دیده شده و با سهولت و منظم پرداخت شوند. امکان و شرایط مشارکت در پروژه‌های پژوهشی بین‌المللی و کاهش نگاه امنیتی به این نوع همکاری‌ها باعث افزایش همکاری‌های بین‌المللی دانشگاه‌ها شده و کیفیت پژوهش را ارتقا خواهد داد. ایجاد یک سیستم روان و بدون مسائل حاد اداری برای پرداخت هزینه‌های پژوهش می‌تواند گامی مهم برای علاقه‌مندکردن پژوهشگران برای انجام پروژه‌های مهم باشد. تلاش برای جذب نخبگان و اعتماد به آنها در بخش‌های مختلف کشور نیز باید یکی از اولویت‌های سیاست‌گذاران باشد. داشتن یک نهاد یا مجموعه بررسی‌کننده اثربخشی پژوهش‌های انجام‌یافته در کشور و برآورد میزان منافع اقتصادی آنها کمک بزرگی در ارزیابی سیاست‌های انتخاب‌شده در گذشته و حال و امکان اصلاح و بهبود آنها است.