

گسترش دوره‌های دکترای مهندسی و اهمیت روش تحقیق

محمود یعقوبی، کیان عزیزان
دانشکده مهندسی - دانشگاه شیراز

چکیده: پژوهش و تحقیق در زمینه علوم مهندسی موتور توسعه فناوری و صنعتی شناخته شده است. از بارزترین بخش‌های جامعه که مهم‌ترین نقش را در ارتقای پژوهش و فناوری صنعتی دارند، دانشگاه‌ها و دانشکده‌های فنی و مهندسی هستند. در میان گروه‌های مختلف دانشجویی در دانشگاه‌ها، دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی به خصوص دانشجویان دوره‌های دکتری به دلیل توانایی‌های علمی بالا در زمینه‌های مختلف می‌توانند مهم‌ترین نیرو برای اجرای پژوهش‌های بنیادی و کاربردی و تولید دانش و فناوری‌های جدید در دانشگاه‌ها باشند. با توجه به عدم اطلاع دانشجویان دوره‌های تکمیلی از ابزارها و شیوه‌های جدید، کارآمد و انبوه اطلاعات علمی و فنی، آموزش آنها در ابتدای کار در زمینه روش‌های مختلف تحقیق توصیه می‌شود. برای جلوگیری از اتلاف وقت و هزینه و کاربردی کردن هر چه بهتر نتایج به دست آمده از تحقیق، می‌توان با استفاده از سرمایه‌ها، امکانات و منابع آموزش‌های خاصی را برای این دسته از دانشجویان در ابتدای کار تدارک دید. در این مقاله سعی شده است تا ضمن بررسی روند افزایش چشمگیر تعداد دانشجویان دوره‌های دکترای مهندسی در کشور طی دهه گذشته، اهمیت پژوهش، لزوم آموزش روش تحقیق، طرق و روش آن و بعضی از فعالیت‌های مختلف انجام یافته ارائه شود. در این خصوص، درس روش تحقیق در چند کشور مطالعه و با توجه به شرایط فنی و صنعتی کشور سر فصل‌های روش تحقیق برای دوره دکترای مهندسی پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: پیشرفت در مهندسی، دانشجویان دکترای مهندسی،
فناوری و علوم کاربردی.

۱. مقدمه

بخش آموزش دوره‌های تحصیلات تکمیلی بعد از انقلاب اسلامی شاید بیشتر از هر بخش دیگری در آموزش عالی با جهش چشمگیری همراه بوده است. نوگشایی دانشگاه‌های جدید، بازگشایی دوره‌های جدید، رشد دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری در اکثر رشته‌ها و به خصوص در رشته‌های فنی و مهندسی بسیار قابل توجه بوده است. اگر سابقه تحصیلات عالی به روش غربی در کشور بررسی شود، سه دوره مهم را می‌توان برشمرد.

۲. تقسیم‌بندی تحصیلات عالی در ایران

تحصیلات عالی در کشور با شیوه غربی سابقه طولانی ندارد. اگر مؤسسات آموزش عالی و دانشگاه‌ها را مرکز تحصیل علوم بدانیم، دوره‌های مشخص آن را می‌توان در سه دوره زیر بیان کرد:

دوره اول از سال ۱۲۳۹ تا سال ۱۳۲۲ هجری شمسی، تأسیس دارالفنون؛

دوره دوم از سال ۱۳۲۲ تا سال ۱۳۵۷ هجری شمسی، تأسیس دانشگاه تهران و سپس

سایر دانشگاه‌ها؛

دوره سوم بعد از انقلاب اسلامی

در دوره سوم به موازات توسعه مؤسسات آموزش عالی، اعزام دانشجویان به خارج به شدت کاهش یافت [که خود جای بحث و پرسش دارد] و دوره‌های دکتری و تربیت نیروی متخصص در بالاترین مرتبه علمی در کشور از حدود سال‌های ۱۳۶۷ با گرفتن دانشجویان از دانشگاه‌های تهران و بعضی از دانشگاه‌های شهرستان‌ها آغاز شد، به طوری که تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی از یک رقم ناچیز به رقم ۱۲ درصد از تعداد کل دانشجویان کشور در سال تحصیلی ۷۸-۱۳۷۷ رسیده است [۱].

در جدول ۱ تعداد دانشجویان دکتری مهندسی کشور طی سال‌های ۸۳-۱۳۶۷ آورده

شده است. اعداد ارائه شده در این جدول نشان دهنده افزایش تعداد دانشجویان دکتری

رشته‌های مهندسی است. اگر مبنا را سال ۱۳۷۰ قرار دهیم، تعداد دانشجویان دکتری ۳۲ برابر شده که رقم چشمگیری است.

جدول ۱. آمار دانشجویان دکتری فنی و مهندسی در دانشگاه‌های دولتی از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۳

سال تحصیلی	تعداد دانشجویان	درصد رشد نسبت به سال قبل	سال تحصیلی	تعداد دانشجویان	درصد رشد نسبت به سال قبل
۱۳۶۷	۱۸	—	۱۳۷۶	۸۶۶	۷/۶
۱۳۶۸		—	۱۳۷۷	۱۰۱۶	۱۷
۱۳۶۹	۳۹	—	۱۳۷۸	۱۲۲۸	۲۱
۱۳۷۰	۷۳	۸۷	۱۳۷۹	۱۲۴۹	۱/۷
۱۳۷۱	۱۵۳	۱۰۹	۱۳۸۰	۱۴۲۰	۱۳/۶
۱۳۷۲	۲۳۶	۵۴	۱۳۸۱	۱۷۲۵	۲۱
۱۳۷۳	۴۳۰	۷۷	۱۳۸۲	۲۰۴۴	۲۱
۱۳۷۴	۶۰۱	۳۹	۱۳۸۳	۲۳۶۶	۱۶
۱۳۷۵	۸۰۳	۳۴	جمع	۱۴۲۹۵	—

در این جدول رشد سالانه دانشجویان نیز درج شده است. رشد سالانه در دهه ۸۰ حدود ۱۷/۹ درصد بوده که با توجه به ظرفیت دانشگاه‌ها و ظرفیت‌های موجود و به خصوص نسبت به سرانه کشور در مقایسه با دیگر کشورها رشد بیشتر آن امکان پذیر است. در جدول ۲ آمار دانش‌آموختگان دوره‌های دکتری مهندسی از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۸۳ آمده است. در این جدول رشد تعداد دانش‌آموختگان نسبت به سال قبل نیز آورده شده است. در بعضی از سال‌ها به علت عدم دسترسی به آمار امکان مقایسه با سال قبل وجود نداشته است. چگونگی رشد درصد دانش‌آموختگان دوره دکتری در مهندسی روند بسیار نامنظم دارد و هنوز به صورت پایدار در سطح دانشگاه‌های زیر پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نرسیده است. در هر صورت، برای کشور ما که جمعیت آن بیش از ۶۸ میلیون نفر است، نسبت دانشجوی دکتری به هر یک میلیون نفر در حدود ۲۱۰ نفر می‌شود. در مجموع، طی سال‌های مذکور ۸۴۸ نفر مدرک دکتری مهندسی گرفته که اکثر آنها

جذب دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی شده اند. رقم مذکور در مقایسه با جمعیت فعال کشور و در مقایسه با تعداد محققانی که باید در صنعت مشغول تحقیقات توسعه‌ای (R&D) باشند، بسیار کم و گویای ضعیف بودن بستر صنعتی و پژوهشی برای جذب فرهیختگان جدید است که طی سال‌های اخیر با روند افزایشی فرار مغزها ضعیف‌تر شده است. برای نمونه، ۹۴ درصد دانشمندان و محققان علوم و تکنولوژی در کشورهای پیشرفته زندگی می‌کنند. در این کشورها ۲۶۰۰ محقق به ازای یک میلیون نفر وجود دارد، در حالی که با احتساب کلیه دارندگان مدرک لیسانس و بالاتر از لیسانس به عنوان محقق، این رقم برای ایران در سال ۸۱ رقم ۳۳۵ در یک میلیون ذکر شده است [۳].

همچنین، آمارهای ارائه شده از اعتبارات تحقیقاتی کشور از سال ۱۳۵۷ تا سال ۱۳۸۰ نشان می‌دهد که کل بودجه تحقیقات کشور (جاری و عمرانی) از ۰/۲۸ درصد تولید ناخالص ملی در سال ۷۶ به ۰/۴۶ درصد تولید ناخالص ملی در سال ۱۳۸۰ رسیده است و پیش بینی می‌شد که این رقم تا پایان برنامه سوم توسعه به ۰/۷۵ درصد برسد [۴] که بر اساس آخرین اطلاعات به ۰/۷ درصد رسیده است [۵]، در حالی که در کشور کره جنوبی این رقم به حدود ۲ تا ۵ درصد رسیده است.

بودجه تحقیقاتی که به عنوان شاخص اصلی فعالیت‌های تحقیقاتی مطرح است، در کشور ما بیشتر از طریق مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها هزینه می‌شود. نیروی فعال در اجرای پژوهش‌های علمی، فناوری و تولید علم و دانش در هر کشور دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و دوره‌های دکتری هستند. بدیهی است که سطح نوآوری و دستاوردهای علمی در دوره دکتری به مراتب از دوره‌های کارشناسی ارشد بالاتر است و اگر هر یک از این دوره‌ها با موفقیت برگزار شود، بهره‌وری از سرمایه‌گذاری انجام شده و رسیدن به اهداف و تولیدات بیشتر علمی و فناوری افزایش خواهد یافت.

جدول ۲- آمار دانش آموختگان کشور در دوره دکترای مهندسی از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۸۳ در دانشگاه‌های دولتی

سال تحصیلی	تعداد دانشجویان	درصد رشد نسبت به سال قبل	سال تحصیلی	تعداد دانشجویان	درصد رشد نسبت به سال قبل
۱۳۶۷	۱	-	۱۳۸۰	۱۳۰	۱۰۰
۱۳۷۲	۲	-	۱۳۸۱	۸۷	-۳۳
۱۳۷۳	۱۰	۴۰۰	۱۳۸۲	۱۵۳	۷۵
۱۳۷۴	۷	۳۰	۱۳۸۳	۱۸۱	۱۸
۱۳۷۵	۱۸	۱۵۷	جمع	۵۵۱	
۱۳۷۶	۳۹	۱۱۶			
۱۳۷۷	۵۷	۴۶			
۱۳۷۸	۹۸	۷۲			
۱۳۷۹	۶۵	-۳۳			

۳. اهمیت پژوهش در دوره‌های دکترای مهندسی

هدف از ارائه دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری در کشورهای مختلف متفاوت است. حتی ممکن است در دوره‌هایی نسبت به دوره‌های دیگر در یک گروه تفاوت‌هایی مشاهده شود. مثلاً در یک دوره تحقیقات در علوم مهندسی تکیه بر مبنای نظری بیشتر شود و در یک دوره تحقیقات بر مبنای فناوری و صنعت باشد؛ به عبارت دیگر، جنبه کاربردی بر وجه نظری اولویت داشته باشد. اگر بپذیریم که "علم بر پایه‌های یقینی استوار نیست و اعتبار آن به کاربردش وابسته است" [۶]، آنگاه اجرای پژوهش‌های کاربردی در مهندسی اولویت بیشتری پیدا می‌کند.

البته، دوران اجرای پژوهش‌های علمی یا استراتژی علم برای علم در علوم مهندسی سپری شده و انگیزه‌های جدید با اصول و اهداف توسعه علمی مانند توسعه متوازن علمی با نگاه به اخلاق، توسعه علوم کاربردی با تکیه بر تولید فناوری‌های جدید و راهگشا برای خلق تکنولوژی‌های برتر طی دو دهه اخیر مورد تأکید قرار گرفته است.

"علم و دانش" در هر بعدی که بررسی شود و در هر زمانی که به کار رود، ریشه در تفکر و تحقیق دارد. رشد نیافتگی علم در کشورهای توسعه نیافته معلول موارد مختلفی است که از جمله نبود شرایط و بستر مناسب برای داشتن انگیزه و شوق و ذوق لازم، نبودن باور به اهمیت فکر و اندیشه، نبودن ثبات و نظام در برنامه‌های تحقیقاتی و پژوهش و نبودن رشد در احیا و بومی کردن علم از طریق تحقیق و نبود ارتباط نزدیک بین صنعت و دانشگاه را می‌توان برشمرد.

طی سال‌های گذشته، تلاش‌های فراوانی در زمینه توسعه تحقیق و پژوهش صورت پذیرفته است. ایجاد بسترهای لازم در انجام دادن تحقیقات از جمله بازگشایی و نوگشایی دوره‌های تکمیلی در بسیاری از دانشگاه‌ها و تخصیص بودجه‌های زیادی به تحقیقات مانند بودجه‌های پروژه‌های ملی، ماده ۱۰۲، قطب‌های علمی در سطح کلان کشور، پروژه‌های بین دانشگاهی و تشکیل شوراهای فناوری استان موجب شده است سطح علمی و تولید علم در سال‌های اخیر افزایش چشمگیری بیابد اما:

- ۱- آیا عملکرد هر مورد ارزیابی شده است؟
 - ۲- این تحقیقات آیا به تکنولوژی تبدیل شده است؟
 - ۳- آیا مشکلات صنعتی کشور حل شده است؟
 - ۴- آیا دانش‌های فنی جدیدی در کشور تولید شده است؟
 - ۵- آیا تحقیقات سبب ایجاد بنیادهای فکری و فناوری در کشور شده است؟
 - ۶- آیا تحقیقات در افزایش درآمد ملی نقش داشته یا اصولاً زمینه‌ای برای نزدیکی علم با عمل و رشد صنعتی را ایجاد کرده است؟
 - ۷- آیا تحقیقات انجام شده متناسب با سرمایه‌گذاری بوده است؟
 - ۸- آیا نسبت هزینه تولید علم در محدوده استانداردهای شناخته شده قرار دارد؟
 - ۹- آیا صنعت از این تحقیقات استقبال کرده و تحقیقات تقاضا محور بوده است؟
- بررسی هر یک از موارد یاد شده به مطالعه و پژوهش خاصی نیاز دارد، اما در شرایط عدم دسترسی به اطلاعات در این زمینه می‌توان از تجربه‌های جهان در هر مورد از جمله پژوهش و توسعه‌یافتگی استفاده کرد.

گرچه اظهار می شود که برای فایق آمدن بر مشکلات توسعه نیافتگی باید بر علم و تحقیق متکی شد، زیرا تنها مرجع صلاحیت دار برای توسعه یافتگی به باور بسیاری علم است [۶]، اما چگونه می توان شیوه ای مناسب را برای افزایش بهره وری در تحقیقات در هر زمینه علمی به کار برد؛ یا به عبارت دیگر:

۱- چگونه می توان دریافت که با توأم شدن علم و فناوری دیگر نمی توان برای علم پژوهش کرد؟

۲- چگونه می توان اهمیت پرداختن به پژوهش های کاربردی در مهندسی را، که به طور شگفت آوری گسترش یافته است، دریافت؟

۳- چگونه می توان نقش و جایگاه تحقیقات اصیل را در توسعه کشور درک کرد و پذیرفت که راه توسعه در آینده از طریق علم و باور علمی هم در صنعت و هم در مدیریت می گذرد. علم جدید با فناوری و به خصوص با تولید دانش فنی جدید در مهندسی عجین شده است.

۴- با رشد حیرت انگیز و گسترش فناوری اطلاعات، آیا تولید دانش علمی بدون درک تحولاتی که در حال تکوین در جامعه جهانی است، می تواند خریدار داشته باشد؟

بسیاری از این امور در سیاستگذاری علمی کشورهای توسعه یافته از اصول مسلم توسعه علمی و فناوری شناخته شده و تجربه خود را در عمل نشان داده است [۷].

درباره ارزیابی تحقیقات در کشور ما، اگرچه طی سال های اخیر در زمینه سهم تولیدات علمی مقالاتی منتشر شده است [۸]، اما هنوز به مطالعات جامع تری از همه ابعاد نیاز است و میزان دستیابی به اهداف پژوهشی و تحقیقاتی در دوره های تحصیلات تکمیلی به خصوص در دوره های دکتری معلوم نیست.

آیا شیوه های به کار رفته برای اجرای پژوهش ها مؤثر بوده است؟

آیا روش های به کار رفته برای تحقیقات با توجه به توسعه ابزارها و روش ها، نتایج و دستاوردهای لازم را داشته است؟

تحقیقات ما در مهندسی چقدر توانسته است به فناوری منتهی شود؟

آیا محققان توانسته‌اند از سرمایه‌ها، امکانات، فرصت‌ها و اعتبارات بهره مناسبی داشته باشند و تولیدات علمی و فناوری خود را در کوتاه‌ترین زمان و با کمترین هزینه به نتیجه برسانند؟

به عبارت ساده، شاخص تولید علم و فناوری های پیشرفته در ایران از نظر زمان و از نظر هزینه با آنچه در کشورهای توسعه یافته یا در حال توسعه سرمایه گذاری می‌شود، نزدیک است یا فاصله دارد؟

اینها موضوعاتی هستند که بعضی از محققان و دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی از آنها در حین تحصیل بی‌اطلاع اند و در بعضی از دانشگاه‌ها به طور سنتی و بر اساس تجربه از دوران گذشته یا تجربه از سابقه کار با تلاش و زحمت زیاد به تحقیق و پژوهش مبادرت می‌ورزند.

۴. تحقیق در دوره های تکمیلی

در این مقاله هدف ذکر مفصل اهمیت تحقیق و پژوهش، بیان ویژگی برنامه ریزی و آینده‌نگری برای تحقیقات و حتی ارزیابی تحقیقات چه در دانشگاه‌ها و چه در مراکز تحقیق و توسعه در مهندسی نیست، بلکه با توجه به گسترش دوره‌های دکترای مهندسی (جدول ۱ و ۲) و ضرورت نوآوری و خلاقیت فناوری در مهندسی، در نظر است ابتدا عوامل مؤثر در تحقیق و سپس آشنایی دانشجویان مهندسی با روش تحقیق و چگونگی تربیت محقق در مراحل اولیه تحصیل در گروه علوم مهندسی برشمرده شود. این موارد می‌تواند به قرار زیر باشد:

الف. چگونگی برنامه برای تحقیق

ب. شیوه‌های تحقیق

ج. مدیریت تحقیق

د. نحوه بالا بردن کیفیت و کمیت تحقیق

ه. شیوه‌های تسریع در اجرای پروژه‌های تحقیقاتی

و. نحوه بهبود شاخص‌های بهره‌وری در تحقیق

ز. بررسی شیوه‌ها و روش‌های تحقیق در کشورهای جهان

اگر به انسان به عنوان مخلوقی که دائماً فکر می‌کند نگریسته شود، آن گاه مشخص می‌شود که انسان دائماً تحقیق می‌کند، زیرا فکر کردن و اندیشه کردن برای دریافت شیوه و داده‌های جدید خود تحقیق است. بنابراین، فردی که از فکر خود بیشتر استفاده کند، در عمل تحقیق بیشتری انجام می‌دهد. تفکر و تعقل در پرتو پژوهش‌های علمی به اندیشه‌های تفصیلی بسیار دقیق تبدیل و اندیشه‌ها در پرتو تحقیقات کاربردی همه جانبه، به عنوان راه حل مشکلات صنعتی، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و ... جامعه نمایان می‌شوند.

تحقیق مانند هر فعالیت دیگری مستلزم شناخت اصول، قواعد و روش‌هاست و محقق و پژوهشگر با فراگرفتن و قبول آن اصول، علاوه بر اعتبار بخشیدن به دستاورد تحقیقاتی خویش و دستیابی به نتایج جدید و مفید در سایه جستجو و کاوش مستمر و بی‌وقفه، چه بسا به ترمیم خطاهای پیشین خود یا دیگران نیز توفیق یابد. در این خصوص، تحقیق به عنوان کاری اساسی و جدی و بنیادی در بخشی به شکل پیشرفت‌های علمی ظاهر و خمیره رشد و شکوفایی و زمینه‌ساز توسعه و رفاه اجتماعی می‌شود [۹].

موفقیت یا عدم موفقیت هر تحقیقی به مؤلفه‌های مختلفی بستگی دارد. اگر محققان و پژوهشگران از شیوه کار و مدل‌های تجربه شده گذشته و روش‌های نوین غافل شوند و آنها را پس از آموزش در صنعت به کار نبرند، بدیهی است که نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد. تحقیقات متعددی در زمینه بررسی مشکلات پژوهش، روش‌های ارتقای کیفی و کمی تحقیقات و همچنین، روش‌های نهادینه کردن نظام انگیزش پژوهشگران و بسط فرهنگ پژوهش انجام شده است و هدف از آنها طرح دیدگاه‌های موجود و ارائه راهکارهای اجرایی جدید به منظور برداشتن گام مؤثری در زمینه مدیریت و برنامه ریزی کارشناسانه در بخش پژوهشی و ارائه الگوی مؤثر برای رشد تحقیقات بوده است.

بدیهی است که چگونگی تحقیق و نقش و جایگاه آن در دانشگاه‌ها به نظام آموزشی مربوط بستگی دارد. برای دوره‌های دکتری ساختارهای متفاوتی در دانشگاه‌ها ایجاد می‌شود [۱۱ و ۱۰] که می‌توان گفت هیچ کدام از نظام‌های موجود بدون تکیه بر پژوهش محقق نمی‌شوند. لذا، از آنجا که پژوهش محور غالب دوره‌ها به خصوص دوره‌های دکتری شده است، آموزش شیوه‌های تحقیق به عنوان یک درس یا سمینار ضروری است.

با آموزش این شیوه‌ها بازدهی فعالیت‌های پژوهشی افزایش می‌یابد و با تأکید بر اجرای پژوهش‌های اصیل، کارآمد و به روز از زمان و تجهیزات و منابع و بهره‌مندی از این عوامل مطلوب‌تر خواهد شد. انبوه اطلاعات مطلوب و مناسب خواهد شد. مطالعات برنامه درسی نشان می‌دهد که شیوه تحقیق در بسیاری از دانشگاه‌های خارج و در بعضی از دانشگاه‌های داخل تدریس و آموزش داده می‌شود. از آنجا که طبق جدول ۱ تعداد دانشجویان دوره‌های دکترای مهندسی طی سال‌های گذشته رشد چشمگیری داشته است، ارائه این درس برای تمام رشته‌های مهندسی به صورت مشترک علاوه بر مزایای یاد شده می‌تواند در نزدیکی رشته‌های مختلف مهندسی به یکدیگر و انجام یافتن پژوهش‌های مشترک کمک کند.

۱.۴. آموزش روش‌های تحقیق در خارج

آموزش روش‌های تحقیق در مهندسی بر چند محور مطالعه و تهیه گزارش درباره فعالیت‌های پژوهشی به منظور آماده کردن تحقیق برای اجرای پروژه‌های بزرگ تر قرار دارد و بر این اساس، تحقیق با توجه به موارد زیر انجام می‌شود:

- ۱- ارائه گزارش از مطالعات و بررسی‌ها به موازات تدریس اصول علمی، اخلاقی، فلسفی، کاربرد طراحی و خلاقیت؛
- ۲- استفاده از شبکه‌های اطلاع‌رسانی و مطالعه موردی؛
- ۳- چگونگی اجرای پروژه‌های گذشته و تحقیقات گذشته در ارتباط با فعالیت‌هایی که در آینده قرار است توسط پژوهشگر انجام شود.

امروزه، تحولات مهم و شگرفی در زمینه نحوه آموزش در کشورهای پیشرفته صورت پذیرفته یا در حال انجام شدن است. در این کشورها روش‌های سنتی تدریس با مکانیزم‌ها و امکانات پیشرفته امروزی تلفیق شده و با تشویق و ترغیب دانشجویان به کار گروهی و همکاری بیشتر بازده آموزشی به نحو چشمگیری افزایش یافته است. امروزه، در زمینه آموزش از واژه آموزش انعطاف‌پذیر^۱ به عنوان روش آموزشی یاد می‌شود که قابلیت

تطبیق با شرایط موجود در جامعه را داشته باشد و بتواند دانشجویان را برای وارد کردن به اجتماع و آموزش‌های متنوع آینده و کارهای گروهی آماده سازد؛ به عبارت دیگر، آموزش انعطاف‌پذیر امکاناتی را فراهم می‌سازد که دانشجویان توانایی دسترسی آسان و مناسب به منابع تحقیق، مشارکت بیشتر و داشتن آزادی عمل در اجرای تحقیقات در زمینه‌های مختلف و ارائه مناسب دستاوردها و نتایج به دست آمده را داشته باشند. از نظر دیدگاه فنی آموزش انعطاف‌پذیر آموزشی است که از تجهیزات جدید آموزشی به‌خصوص اینترنت استفاده کند [۱۲]. از نظر سازماندهی نیز این آموزش، آموزشی است که بر برنامه‌های اصلاح شده تحقیق و آموزش متکی است و اساس آن را می‌توان در برنامه روش تحقیق پایه گذاری کرد.

در اکثر دانشگاه‌های جهان قبل از شروع تحقیقات در دوره‌های تحصیلات تکمیلی واحدی به عنوان روش تحقیق^۱ توسط دانشجویان این دوره‌ها اخذ می‌شود. این واحد درسی از مهم‌ترین واحدهای درسی این دوره‌هاست و در سال‌های اول تحصیل ارائه می‌شود. در این واحد درسی دانشجویان با مفاهیمی چون جستجوی منابع و مراجع مناسب و مرتبط با موضوع پایان‌نامه یا تحقیق مورد نظر، طریقه جمع‌آوری اطلاعات [رعایت موارد اخلاقی و قانونی در استفاده از این منابع]، نحوه انجام دادن تحقیق، طرز نگارش پایان‌نامه و مطالب تحقیقی، طرز نوشتن مقالات برای چاپ در مجلات علمی، طرز ارائه مطالب در کنفرانس‌ها و سخنرانی‌های علمی و ... آشنا می‌شوند [۱۴ و ۱۵]. این واحد درسی بیشتر در دانشگاه‌های مختلف جهان برای دانشجویان رشته‌های علوم انسانی و رشته‌های مربوط به تجارت [مانند بازاریابی بین‌المللی] ارائه شده است، ولی آموزش این دروس برای دیگر رشته‌ها نیز در حال عمومیت یافتن و گسترش است [۱۵ و ۱۶].

درس روش تحقیق معمولاً برای دانشجویانی باید ارائه شود که در زمینه تحقیق دارای تجربه کم یا بدون تجربه‌اند. هدف از ارائه چنین واحدی برای دانشجویان مهندسی آماده‌سازی این افراد برای کسب تجربه‌هایی است که بتوانند اطلاعات اولیه و مورد نیاز در زمینه رشته و زمینه تحقیق مورد نیاز را به دست آورند و اهمیت ارتباط صنعت و دانشگاه را

دریابند. معمولاً دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی که این درس را اخذ می‌کنند و آموزش می‌بینند، باید در انتهای دوره قادر باشند در زمینه یک موضوع مورد نظر با استفاده از تجربه‌های به دست آمده قبلی تحقیق کنند. آنها باید بتوانند پروژه‌های مختصر و کوچک در زمینه‌ای خاص را با دریافت کمترین کمک انجام دهند و در نهایت اینکه یکی از مهم‌ترین اهداف ارائه این واحد درسی کمک به دانشجویان برای به نتیجه مطلوب رسیدن در زمان مناسب است [۱۸].

۵. مطالب و روش ارائه درس روش تحقیق

مطالب و روش ارائه درس روش تحقیق در رشته‌ها و دانشگاه‌های مختلف جهان تقریباً مشابه است. در این واحد درسی سعی می‌شود دانشجویان با انتخاب موضوعات و مطالب کوچک تحقیقی، نوشتن سؤالات قابل طرح در تحقیق، مقایسه و مطالعه پرسش‌ها و تجربه‌های قبلی، انتخاب راه‌ها و روش‌های مناسب تحقیق، استفاده از روش‌های تحقیق پذیرفته شده، رعایت استانداردهای اخلاقی در استفاده از نتایج دیگران [۱۷]، آنالیز و جمع‌بندی مطالب مورد مطالعه با استفاده از داده‌های به دست آمده از پژوهش و در نهایت، ارائه گزارش نهایی، چگونگی جمع‌بندی سریع و نتیجه‌گیری بهتر در مورد تحقیق انجام یافته را آموزش ببینند [۱۸].

در راستای آموزش این درس به دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی، به آنان آشنایی با طرح سؤالات مربوط به تحقیق، آشنایی با یافتن تجربه‌ها و نتایج و اطلاعات قبلی در مورد سؤالات مطرح شده، درک مطلب و استفاده از جواب‌های به دست آمده برای نتیجه‌گیری، توانایی تجزیه و تحلیل نتایج و نوشتن گزارش رسمی درباره فعالیت‌های انجام یافته آموزش داده می‌شود [۱۸]. به عنوان مثال، در یکی از دانشگاه‌ها که این درس ارائه می‌شود، این واحد درسی به ۹ بخش تقسیم شده است که زمان ارائه هر یک از این بخش‌ها [بجز بخش آخر که زمان ارائه آن ۲ هفته است] یک هفته در نظر گرفته شده است. در این دانشگاه بخش‌های در نظر گرفته شده برای ارائه این درس به صورت جدول ۳ خلاصه می‌شود [۱۹ و ۲۰].

جدول ۳. سرفصل‌های درس روش تحقیق

بخش	موضوع
۱	مقدمه و آشنایی با درس
۲	تعریف یک مطالعه مفید
۳	ارائه سؤالات تحقیقی
۴	مطالعات گذشته
۵	روش‌های تحقیق و تعریف تحقیق اخلاقی
۶	طراحی تحقیق و پیشنهاد تحقیق
۷	جمع‌آوری اطلاعات
۸	تحلیل اطلاعات
۹	نوشتن گزارش و تحقیق

در کشورهای آسیایی نیز فعالیت‌هایی در زمینه ارائه درسی با این مضمون انجام شده است. این فعالیت‌ها که بیشتر در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا متمرکز است، برای دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی ارائه می‌شود و دلیل آن نیز نیاز به آشنایی این دانشجویان با روش تحقیق و نوشتن گزارش‌ها و پایان‌نامه‌هایی و طریقه ارائه نتایج تحقیق است. به طور خلاصه، هدف از ارائه این واحد درسی در این دانشگاه‌ها عبارت است از:

- آماده‌سازی دانشجویان برای انجام دادن پژوهش؛
- افزایش مهارت‌ها و تجربه‌هایی که برای نوشتن مطالبی چون خلاصه، نتیجه‌گیری و مطالب تحلیلی چون مقاله‌های تحقیقاتی به پایان‌نامه کمک کند؛
- آشنایی دانشجویان با روش‌های برقراری ارتباط و طرز ارائه شفاهی مطالب؛
- تعریف و مشخص کردن مسئله‌های مربوط به تحقیق؛
- راهنمایی و هدایت در زمینه تحقیقات شغلی؛
- سازماندهی اطلاعات، تحلیل، ترکیب، جمع‌بندی و ارائه اطلاعات مورد بررسی؛
- نوشتن مطالب به صورت روشن، صحیح، آگاهانه و هدفمند و ارائه شفاهی مطالب و یافته‌ها به صورت مفید.

در واحد درسی ارائه شده دانشجویان با مطالبی چون مقدمه‌ای درباره روش تحقیق، عمل پیش نویسی، تخمین ابعاد و جزئیات مسئله، بیان مراحل مسئله، تحلیل مراحل مختلف مسئله، عوامل مختلف مؤثر در تحقیق، ایده‌های پیشنهادی، بحث درباره موضوع تحقیق، تحقیق اولیه و جستجوی کتابخانه‌ای، نوشتن یک طرح پیشنهادی، استفاده از منابعی چون مشاهدات، تجربه‌ها و طرح سؤالات و یافتن پاسخ‌های مربوط و نوشتن مقاله تحقیقی و پایان‌نامه آشنا می‌شود [۲۰].

با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان اذعان کرد که دانشجویان تحصیلات تکمیلی و به‌خصوص دانشجویان دوره دکترای مهندسی با اخذ و گذراندن چنین درسی توانایی‌هایی مانند موارد زیر کسب کنند:

- ۱- مشخص و محدود کردن دامنه تحقیق، به طوری که به صورت یک موضوع مورد مطالعه قابل هدایت باشد؛
- ۲- مشخص کردن کاربرد صنعتی تحقیق؛
- ۳- مشخص ساختن متغیرهای مهم مرتبط با تحقیق و فرموله کردن آنها به منظور تمرکز بر روی سؤالات مطرح شده؛
- ۴- امتحان و ارزیابی جواب‌های موجود در مورد سؤالات مطرح شده؛
- ۵- مشخص کردن پیشنهاد‌های قابل طرح و طرح شده توسط دیگر افراد؛
- ۶- جستجو و تحلیل تحقیقات پیشین و مقایسه مطالب مورد تحقیق با مطالعات و نتایج انجام شده قبلی؛
- ۷- مشخص کردن نکات برجسته و قابل استفاده در منابع؛
- ۸- مقایسه کمیت و کیفیت روش‌های موجود برای تحقیق و اعمال مناسب‌ترین روش برای تحقیق مورد نظر؛
- ۹- رسم دیاگرام یا فلوچارت برای بیان عناصر و قدم‌های کلیدی به منظور بیان میزان درک موضوع؛
- ۱۰- مشخص ساختن خط مشی در زمینه رعایت نکات اخلاقی در استفاده از نتایج دیگران و ارائه مطالب و نتایج تحقیق؛

۱۱- کار کردن در محدوده کاری تحقیق؛

۱۲- آنالیز و تحلیل داده‌ها و اطلاعات؛

۱۳- نوشتن نتیجه و مقاله‌های حاصل از تحقیق؛

۱۴- ارائه مطالب در کنفرانس‌ها و ... به بهترین صورت ممکن [۱۹].

برای کلیات ارائه چنین درسی کتاب‌هایی نیز تهیه شده است [۲۱ و ۲۲ و ۲۳].

در روش‌های تحقیق جدید تکیه بر کارهای گروهی بسیار متداول و مرسوم شده است. در چنین فعالیت‌هایی تمام دانشجویان به صورت مستقیم با فعالیت‌های موجود و موارد مرتبط با آن آشنا می‌شوند و در اجرای قسمت‌های مختلف پروژه تجربه کسب می‌کنند. این نوع فعالیت‌ها، به خصوص برای دانشجویان رشته‌های مهندسی که با موارد عملی زیاد در ارتباط هستند، بسیار مفید و ثمر بخش است، زیرا این افراد در آینده در صنعت بیشتر فعالیت‌هایشان مرتبط با دیگر متخصصان خواهد بود. آموزش چنین روش‌هایی برای دانشجویان بسیار مأنوس است و باعث می‌شود آنان علاوه بر ارائه سخنرانی‌های کوتاه مدت و مختصر درباره موضوعات درسی، روش بهتر ارائه مطالب را نیز آموزش ببینند [۲۴ و ۲۵] و به مقوله تحقیق به عنوان یک فعالیت سازنده، خلاق [۲۶]، بدیع و مطلوب بنگرند.

۶. آموزش روش تحقیق در ایران

در ایران نیز روش تحقیق در چند دانشگاه از گروه علوم مهندسی تدریس می‌شود و هدف اصلی از ارائه این درس، چگونگی حرکت دانشجو از موقع قبولی در دوره دکتری، نحوه برنامه‌ریزی و شیوه دستیابی به امر تحقیق و فرهیختگی است. با توجه به مطالب گفته شده درباره پژوهش، روش تحقیق و کاربردی شدن تحقیقات در مهندسی و همچنین، کثرت دانشجویان دوره دکتری در کشور (جدول ۱) و ضرورت ایجاد تعادل بین پذیرفته‌شدگان و فرهیختگان (مقایسه جداول ۱ و ۲) پیشنهاد می‌شود که دانشجویان مراحل زیر را در این درس زیر نظر یک استاد محقق یا صاحب‌نظر طی کنند:

۱. چگونگی تدوین تحقیق، خلاقیت و فناوری در مهندسی؛

۲. برنامه‌ریزی پژوهش، زمان‌بندی و داشتن ممارست؛
۳. انواع تحقیق و تولید فناوری (R&D)؛
۴. مطالعه امکان‌سنجی پروژه تحقیقاتی؛
۵. چگونگی کاربردی شدن پروژه تحقیقاتی؛
۶. ارزیابی کیفی پژوهش؛
۷. هدایت یا ارائه یک پژوهش مرتبط با صنعت (R&D)؛
۸. طبقه‌بندی و دسته‌بندی طراحی آزمایش‌ها؛
۹. بررسی تکنیک‌های آماری و نحوه بهره‌گیری از آنها؛
۱۰. ارائه یک گزارش نقدگونه از پژوهش یا فناوری؛
۱۱. ارائه گزارش از یک پژوهش یا فناوری؛
۱۲. مشارکت در یک کار گروهی پژوهشی در مرکز (R&D).

۷. نتیجه‌گیری

- ۱ - با رشد چشمگیر تعداد دانشجویان دوره‌های دکتری در گروه علوم مهندسی در کشور، گسترش فناوری‌های جدید، رقابت شدید در عرصه صنعت و نیاز مبرم به انجام دادن تحقیقات توسعه‌ای همراه با خلاقیت و نوآوری، ضرورت افزایش کیفیت دوره‌های دکترای مهندسی که بر محور تحقیق قرار دارد، احساس می‌شود.
- ۲ - ایجاد انگیزه‌های بیشتر تحقیقاتی، تأکید بر گسترش ارتباط صنعت و دانشگاه و افزایش بهره‌گیری از پژوهش‌های دوره دکترای مهندسی. این امر با آشنا کردن دانشجویان این دوره با روش تحقیق و صنعت تقویت خواهد شد.
- ۳ - در تحقیقات اصیل دانشگاه که بر عهده دانشجویان دوره دکتری است، بر توسعه فرهنگ پژوهش و نوآوری فناوری تأکید و راه تبادل دستاوردهای پژوهشی با مراکز پژوهش خارج از کشور هموار شود.

۴- با افزایش دانشجویان دکترای مهندسی باید سهم اعتبارات تحقیقاتی در تولید ناخالص ملی نیز به مراتب افزایش یابد و سرمایه گذاری بیشتر همراه با تشویق توسط صنعت انجام پذیرد.

۵- بخش تحقیق و توسعه صنعت که محور تولید فناوری های جدید است باید تقویت شود و با جذب فرهیختگان دوره های دکترای مهندسی و با برخورداری از علم و دانش روزآمد، تولیدات جدید خود را توسعه دهد.

سپاسگزاری

از مسئولان دفتر قطبهای علمی کشور برای در اختیار گذاردن آمار دانشجویان دکترای مهندسی تشکر می شود.

مراجع

۱. گزارش آموزش عالی در سال ۱۹۸۰، وزارت علوم تحقیقات و فناوری.
2. www.sanjesh.org
۳. رحیم رضایی و الهه نفریه، "بررسی مقایسه ای شاخص های تحقیق و پژوهش در ایران و کشورهای مختلف"، برنامه ۱۳۷، صص. ۴-۳، ۱۳۸۴.
۴. علی اکبر خشیه چی، "نگاهی به برنامه ریزی بودجه و روند بودجه تحقیقاتی پس از انقلاب اسلامی"، علم و آینده، سال اول، شماره ۲، ۱۳۸۱.
۵. نیما امدی، "گام بلند تحقیق و توسعه در اقتصاد و بازرگانی"، روزنامه ایران، ۱۳۸۴.
۶. رضا داوری اردکانی، "وضع علم در ایران"، نامه فرهنگ، شماره ۳۰، ۱۳۷۷.
۷. "بیانیه نشست عزم ملی توسعه تحقیقات"، آذر ۷۷، رهیافت، شماره ۲، ۱۳۷۸.
۸. علی اکبر صبوری، "تولید علم ایران در سال ۲۰۰۴"، رهیافت، شماره ۳۴، صص. ۶۶-۶۰، ۱۳۸۳.
۹. سید محمد دامادی، "فرهنگ تحقیقات و جایگاه محققان در کشور"، خلاصه مقالات اولین کنفرانس علمی بررسی مسائل پژوهشی کشور، تهران، اردیبهشت ۱۳۷۸.

۱۰. محمود یعقوبی، قدرت ... کرمی و منصور طاهری، "مقایسه ویژگی‌های دوره‌های دکترای مهندسی در دیگر کشورها"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، جلد سوم، سال سوم، ۱۳۸۰.
۱۱. سیدرضا حسینی، "تحلیلی درباره نظام آموزشی در دوره‌های کاشناسی ارشد و دکترای"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳، سال اول، ۱۳۷۸.
12. D. Gillet, Towards Flexible Learning in Engineering Education, Innovations 2003, World Innovations in Engineering Education and Research, Begell House Publishing, USA, 2003.
13. www.scms.rgu.ac.uk
14. www.york.ac.uk/pdf
15. www.jsss.group.cam.ac.uk.htm
16. www.grad.au.edu.
۱۷. محمود یعقوبی، مهدی بهادری نژاد و کیان عزیزیان، "اخلاق در حرفه مهندسی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۲۰، ۱۳۸۲.
18. www.snlonline.net/pdfs/ResearchSeminar.pdf
19. Rogers, D. A. & Smith, D. A., Research Methods for the Graduate Student, 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Nov. 1999, Puerto Rico.
20. www.english.moe.edu.tw.htm
21. J. E. Mauch and J. W. Rich, Guid to the Successful Thesis and Dissertation, A Handbook for Students and Faculty, New York, March Dekker, 1998.
22. P. D. Leedy, T. J. Newby and P. A. Ertmer, Partical Research: Planing and Design, Upper Saddle River, NJ: Merill, 1977.
۲۳. غلامحسین لیاقت و علی اصغر بیطرفان، "روش تحقیق در علوم مهندسی"، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ۱۳۷۷.
24. R. Ford and T. Barber, 1st Year Lab Week: Contextual Learning and an Excitement Activity for First Year Engineering Undergraduates, Innovations 2003, World Innovations in Engineering Education and Research, BEGELL House Publishing, USA, 2003.
25. S. D. Snder, Using Project-Basde Learning to Teach PLC Programming in Mechatronics, Innovations 2003, World Innovations In Engineering Education and Research, BEGELL House Publishing, USA, 2003.
26. D. Clausing and V. Fey., Effective Innovation, The Development of Successful Engineering Technology, Professional Engineering Publishing, 2004.