Scienctific Development of Iran in the Field of Technical and Engineering

Firooz Bakhtiari-Nejad[1]

Nahid Sheykhan[2]

Abstract

Iran, which has an old and ancient civilization, has been leading the world in producing and supplying science in the past century, but currently produces only about one percent of world science, and in comparison with other countries it is ranked twelfth in science production and eighty ninth in technology development. It is necessary to change and improve this position for the national authority of the country, and we need to have a compiled plan and practical solution for the country's scientific development, especially in the field of engineering and technical sciences. In this article, first in Iran, the status of production of science and science producers is investigated and the necessity of organizing the production of science is discussed. The financial sponsor of the research for the production of science and technology development, along with the amount of financial credits intended for the five developed countries, have been studied and identified and compared with comparative studies and the performance of high-level policy-makers of science education and technology development, the most effective financial supporters specially for scientific development in Iran will be selected, determined and proposed.

Keywords: science production, technology development, financial sponsor of research, supply-driven engineering science, demand-driven technology

1. Professor of Department of Mechanical Engineering, Amirkabir University of Technology & University of Maryland, Baltimore County

2. Research Faculty Member of Industrial Engineering Research and productivity Center

بررسی روش‌های حمایتی از تولید علم و توسعه فناوری در حوزه‌های فنی و مهندسی

فیروز بختیاری‌نژاد[1]

ناهید شیخان[2]

چکیده

کشور ایران که دارای تمدنی کهن و قدیمی است و در قرون گذشته سرآمد تولید و عرضه علم در دنیا بوده ولی در حال حاضر فقط حدود یک درصد از علم جهانی را تولید می‌کند و در مقایسه با سایر کشورها در جایگاه رتبه دوازدهم تولید علم و هشتاد و نهم توسعه فناوری قرار دارد. تغییر و بهبود این موقعیت جهت اقتدار ملی کشور ضروری است و باید برنامه مدون و راهکاری عملی برای توسعه علمی کشور بویژه در زمینه علوم فنی و مهندسی داشته باشیم. در این مقاله ابتدا وضعیت تولید علم در ایران بررسی می‌شود. بعد حامیان مالی تحقیقات برای تولید علم و توسعه فناوری به همراه میزان اعتبارات مالی منظور شده در پنج کشور توسعه یافته بررسی و شناسائی شده و با مطالعات تطبیقی و بررسی عملکرد نهادهای بالا دستی سیاست‌گذار تولیدعلم و توسعه فناوری، حامیان موثرتر مالی بویژه برای توسعه علمی در ایران بررسی، تعیین و پیشنهاد خواهد شد.

کلیدواژگان: تولید علم، توسعه فناوری، حامیان مالی از تحقیقات، علوم مهندسی عرضه محور، فناوری تقاضا محور

۱. استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشگاه مریلند در بالتیمور کانتی

۲.عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات مهندسی صنایع و بهره‌وری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مقدمه

علم و فناوری دو روی یک سکه‌اند. علم پیکره سازمان‌یافته‌ای از دانش است که از یک مطالعه علمی حاصل می‌شود و فناوری براساس تعریف انجمن بین‌المللی آموزش فناوری[1]،"فناوری نوآوری عملی انسانی است که با استفاده از دانش و فرایندهای مربوطه به راه‌اندازی نظام‌هایی می‌پردازد که مشکلات را حل کرده و قابلیت‌های انسانی را گسترش می‌دهد". در این تعریف توجه به دو نکته ضروری است. نخست این که، فناوری با نوآوری همراه است و دوم، فناوری، دانش و فرایندهای مرتبط با حل عملی مشکلات و گسترش توانمندی‌های آدمی را موجب می‌شود. با توجه به این تعریف، می‌توان چنین نتیجه گرفت که برای مطالعه "فناوری" ابتدا باید علم را مطالعه کرد و بدون مطالعه علم، مطالعه "فناوری" امکان‌پذیر نیست؛ اصولاً مطالعه "فناوری" به عنوان نمودی از "عملی شدن علم" برای "حل مشکلات عملی و گسترش توانمندی‌های انسانی"، بخشی از مطالعه علم و تولیدات علمی به شمار می‌رود.(حسن‌زاده و ...،۱۳۸۸: ۱۷)

از طرفی مهندسی و فناوری نیز ارتباط متقابل به هم دارند. ریشه واژه مهندس واژه فارسی اندازه است. این واژه در فارسی میانه به گونه‌ای تلفظ می‌شده که پس از وام گرفته شدن این واژه از عربی و صرف آن در یکی از باب‌های آن زبان، واژه مهندس به معنی اندازه‌گر از آن ساخته شده است. اما امروزه مهندس به کسی اطلاق می‌شود که به یکی از علوم مهندسی آشنا باشد. مجمع اعتباری مهندسی و تکنولوژی[2] که یکی از وظایف آن تعریف و یکسان‌سازی واژه‌های مهندسی است، مهندسی را به این صورت تعریف می‌کند،"مهندسی، مجموعه مهارت‌هایی است که با استفاده از معلومات ریاضی و علوم طبیعی و در اثر مطالعه، تمرین و تکرار حاصل شده‌اند و ما را به راه‌های بهره‌گیری اقتصادی‌تر از مواد اولیه و منابع طبیعی در جهت منافع انسانی‌مان رهنمون می‌کنند." بنابراین با توجه به تعاریف کلی علم، فناوری ومهندسی می‌توان گفت:

1. International Technology education association (ITEA)
2. the Accrediation for Engineering and Technology

- **علم (در رشته‌های مهندسی):** ارائه روش‌های حل مسایل و تدوین استانداردهای طراحی و ساخت براساس مشاهدات، اصول و قوانین فیزیک، شیمی و ریاضی
- **فناوری (در رشته‌های مهندسی):** توسعه روش‌ها و مهارت‌ها در ساخت ماشین-آلات، ابزار و محصولات مورد نیاز
- **علم و فناوری (در رشته‌های مهندسی):** طراحی مفهومی، اولیه و جزئی ساخت و تولید ابزار یا محصول

بنابراین جهان کنونی، دوران عصر اقتصاد دانش است. فعالان اصلی در این عصر، نیروهای انسانی برخوردار از دانش، مهارت و توان یادگیری بالا و با قدرت خلاقیت و نوآوری می-باشند، که یکی از سیاست‌های اصلی کشورهای توسعه‌یافته و نیز در حال توسعه (ازجمله ایران) در سال‌های گذشته افزایش دسترسی به آموزش عالی و همگانی کردن آن بوده است(ناهید شیخان و ...،۱۳۹۳: ۲۶).

یکی از تأثیرگذارترین عوامل در بهره‌گیری از این سرمایه‌های انسانی، حمایت‌کنندگان اصلی از تولید دانش (پژوهش)، تبدیل دانش (اختراع و فناوری) و ترویج دانش (انتشارات) هستند که با سیاستگذاری و برنامه‌ریزی مناسب و اختصاص بودجه‌ها به هدایت این مهم می‌پردازند. یعنی در کشورهای پیشرفته و حتی در حال توسعه، این فرایند (برخلاف کشور ایران) نظام یافته می‌باشد و متولیانی در سطوح بالای مدیریتی آن کشورها از این روند (با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی مدون و پیوسته، نظارت بر اجرا و ...) حمایت می‌نمایند و دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و مراکز تحقیق و توسعه صنایع آنها را اجرا می‌کنند(مریم اشرفی و ...،۱۳۹٤:٤۰۲).

از طرفی علاوه بر نظام‌مند بودن این فرآیند، انواع پژوهش‌ها توسط انواع مجریان تحقیقاتی انجام می‌شود. روش‌های تحقیق را با معیارهای مختلفی دسته‌بندی می‌کنند که یکی از رایج-ترین آنها طبقه‌بندی تحقیقات برمبنای هدف می‌باشد که بر این مبنا قبل از هر چیز بر میزان کاربرد مستقیم یافته‌ها و درجه تعمیم‌پذیری آنها در شرایط دیگر توجه می‌شود. براین مبنا انواع تحقیقات عبارتند از:

- تحقیقات بنیادی: کار نظری یا تجربی که عمدتاً به منظور کسب آگاهی‌های جدید از منشاء پدیده یا واقعیت‌های مشاهده‌پذیر انجام می‌شود، بدون اینکه هیچ کاربرد ویژه یا دقیقی برای آن در نظر گرفته شده باشد.
- تحقیقات توسعه‌ای: کار نظام‌مندی که با استفاده از دانش حاصل از تحقیقات و تجربیات علمی در جهت ارائه روش‌ها و تمهیدات جدید در تولید مواد، فرآورده‌ها با شناسایی، تحلیل و ابداع انجام می‌شود.
- تحقیقات کاربردی: به منظور حل مشکل یا معضل خاص علمی یا اجتماعی و یا تولید مواد و یا کالاهایی انجام می‌گیرد و به‌صورت روشن و مشخص درکارگاه یا کارخانه یا جامعه و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مجریان تحقیقات در دانشگاه‌ها به‌طور اعم و در دانشگاه‌های فنی و مهندسی بطور اخص، دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد و پژوهشگران پژوهشکده‌ها و مراکز تحقیقاتی می‌باشند که باتوجه به نوع تحقیقات به شرح ذیل به این مهم مبادرت می-ورزند(فیروز بختیاری نژاد،:۱۳۹۷:۱۱):

- دانشجویان دکتری
  - تحقیقات بنیادی (علوم‌پایه شامل فیزیک، ریاضی، شیمی و زیست‌شناسی)
  - تحقیقات توسعه‌ای عرضه محور (رشته‌های مهندسی)

- دانشجویان کارشناسی ارشد: عمدتاً تحقیقات کاربردی و درصد کمی نیز تحقیقات توسعه‌ای
- پژوهشگران پژوهشکده‌ها و مراکز تحقیقاتی دانشگاهی: تحقیقاتی کاربردی تقاضا محور

شکل(۱)نیز رابطه بین انواع تحقیقات در مهندسی و مجریان مربوطه را نشان می‌دهد.

شکل۱- رابطه بین انواع تحقیقات در مهندسی و مجریان مربوطه

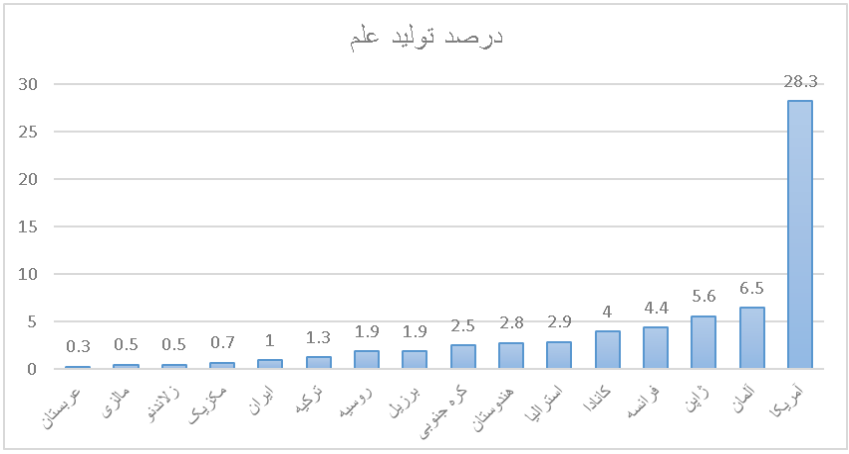
همانطور که ملاحظه می‌شود تولید علم در رشته‌های فنی و مهندسی عمدتاً توسط دانشجویان دکتری با انجام تحقیقات توسعه‌ای جهت‌دار علمی انجام می‌شود. تعیین موضوعات رساله‌های دکترای مهندسی در کشورهای پیشرفته امری مهم است که در بعضی از کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا و انگلستان، گرفتن و انجام بودجه‌های تحقیقاتی براساس رساله‌های دکتری برای اساتید راهنما الزامی می‌باشد و در سایر کشورها نظیر کشورهای اروپایی، ژاپن و ... جزو موارد ضروری برای ارتقاء و ادامه کار استاد راهنما است. به‌عنوان مثال در کشور آمریکا نحوه گرفتن بودجه تحقیقات رساله‌های دکتری برای اساتید راهنما الزامی است یعنی اساتید راهنما در دانشگاه‌های آمریکا (و برخی از کشورهای پیشرفته)، ابتدا با ارائه پیشنهاد طرح به سازمان‌ها و بنیادهای حمایت‌کننده پژوهش، بودجه تحقیقات مورد نیاز را جذب و از طریق دانشگاه به مصرف کمک هزینه دانشجوی دکتری و انجام امور آزمایشگاهی و تحقیقاتی می‌رساند. اساتید بدون داشتن بودجه پژوهشی (از طریق بنیادهای دولتی) و یا گرنت اولیه که دانشگاه در اختیار

استادیاران جوان قرار قادر به پذیرش دانشجوی دکتری نیستند(فیروز بختیاری‌نژادو...،۱۳۹٦: ٦).

در ایران بعد از انقلاب اسلامی، آموزش عالی در ایران توسعه کمی چشمگیری یافت و حتی دوره دکتری را (که در هرم تحصیلات کلاسیک دانشگاهی، در بالاترین مرحله قرار دارد) مدنظر قرار داده و توسعه کمی دادند. در حال حاضر حدود ۵۰هزار دانشجوی دکترا در سطح کشور در حال آموزش می‌باشند که حدود ۱۵ هزار نفر از آنان دانشجویان دکتری مهندسی هستند (فیروز بختیاری‌نژاد و ...،۱۳۹٦: ٤). جهت‌گیری سیاست‌گذاری‌ها در سطوح بالای کشور برای رشد علمی، عمدتاً مقاله‌نویسی بین‌المللی انجام شده که بطور کمی جایگاه جهانی ایران در تولید علم را در پایگاه‌های مختلف سنجشی افزایش داده (در بسیاری از موارد علاوه بر احراز مرتبه مناسب در دنیا، در خاورمیانه رتبه اول را کسب نموده‌ایم)، ولی در حال‌حاضر حتی افرادی که بانی این سیاست در سال‌های گذشته در کشور بوده‌اند، اذعان دارند که «رشد کمی علم باعث شده که از حرکت علمی جدی باز بمانیم» (موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی،۱۳۹٦ :۱۹) با توجه به اینکه نقشه جامع علمی کشور در شورای عالی انقلاب فرهنگی در سطح کلان در سالیان قبل تهیه شده، ولی جهت اجرای آن در جهت توسعه علمی کشور قدم اجرایی مؤثری برداشته نشده است. بنابراین ضرورت دارد که به این مهم پرداخته شود. بنابراین در این مقاله ابتدا وضعیت تولید علم و تولیدکنندگان علم در ایران بررسی شده و به ضرورت ساماندهی تولید علم در ایران پرداخته می‌شود. بعد حامیان مالی تحقیقات برای علم و فناوری در کشورهای توسعه یافته صنعتی آمریکا، چین، آلمان، ژاپن و سوئد مطالعه می‌شود. در انتها نیز پیشنهاداتی برای اصلاح ساختار تولید علم در رشته‌های فنی و مهندسی در ایران ارائه می‌گردد. این مطالعه براساس روش تحقیق توصیفی انجام شده و داده‌های اطلاعاتی از منابع معتبر علمی داخلی و خارجی بدست آمده است.

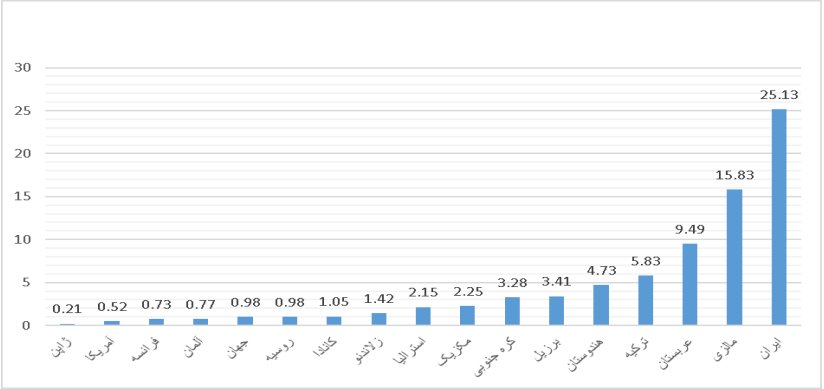
وضعیت تولید علم در ایران

کشور ایران که دارای تمدنی کهن و قدیمی و در قرون گذشته سرآمد تولید و عرضه علم در جهان بوده است، در حال حاضر حدود ۱ درصد از علم دنیا را تولید می‌کند و در مقایسه با سایر کشورها رتبه ۱۲ دنیا قرار داد (شکل ۲). البته ایران برای رسیدن به جایگاه مناسب جهانی در سرعت رشد تولید علم اولین رتبه را در دنیا احراز نموده واز کشورهای در حال توسعه‌ای مانند مالزی، عربستان، ترکیه، هندوستان، برزیل و ... گوی سبقت را ربوده است (شکل(۳)) (فیروز بختیاری‌نژاد،۱۳۹۷:۱۵ و وزارت عتف،۱۳۹۶:۱)



شکل۲ – مقایسه درصد تولید علم ایران با کشورها در سال ۲۰۱۶ [۱](ISC)

۱. پایگاه استنادی علوم جهان اسلام http://isc.gov.ir



شکل ۳- مقایسه سرعت رشد تولید علمی ایران با کشورها در سال ۲۰۱۶ (ISC)

همچنین جدول (۱) رتبه تولید علم جهانی ایران را براساس آمار مؤسسه اطلاعات علمی[1]، اسکوپوس[2]، سیستم‌های رتبه‌بندی تایمز[3]، لایدن[4]، شانگهای[5] به تفکیک سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۲ نشان می‌دهد(فیروز بختیاری‌نژاد، ۱۳۹۷۰ :۹۰))

در این جدول شاخص‌هایی مانند درصد جهانی تولید علم، رتبه جهانی کمیت علم، رتبه استنادی مقالات کنفرانس‌ها، تعداد مقالات ایران در یک درصد برتر، تعداد دانشگاه‌های برتر ایران در جهان، تعداد پژوهشگران یک درصد برتر و رتبه کسب شده ایران به تفصیل نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود طی این سال‌ها رتبه ایران بهبود بیشتری یافته است.

1. Information Institute for Scientific (ISI)
2. Scopus
3. Times Higher Education (THE)
4. Leiden Ranking
5. Shanghai Ranking Consultancy

جدول ۱- مقایسه رتبه تولید علم جهانی ایران طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۲

ردیف	شاخص	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱٤	۲۰۱۵	۲۰۱٦
۱	درصد جهانی تولید علم ایران – آی اس آی	۱,۳۷	۱,۳٤	۱,۳۹	۱,٤۹	۱,۷۱
۲	درصد جهانی تولید علم ایران – اسکوپوس	۱,۵۰	۱,٤۸	۱,۵۳	۱,۵۵	۱,۷۸
۳	رتبه جهانی کمیت علم ایران – آی اس آی	۲۰	۲۱	۲۱	۱۹	۱۷
٤	رتبه جهانی کمیت علم ایران – اسکوپوس	۱۷	۱۸	۱٦	۱۷	۱٦
۵	رتبه استنادی ایران – آی اس آی	۲۳	۲۳	۲۲	۲۳	۲۰
٦	رتبه استنادی ایران – اسکوپوس	۲۳	۲۳	۱۹	۲۰	۱۸
۷	کمیت تولید علم ایران – آی اس آی	۳۰٦۵۲	۳۱۱٤۲	۳۳۱۷٤	۳۷۹۸٦	٤۳۲۹۲
۸	کمیت تولید علم ایران – اسکوپوس	٤۰۳۸۵	٤۱۱۸٤	٤۲۹۹۳	٤۳٦۲۰	۵۱٦۷۲
۹	مقالات کنفرانس‌ها – آی اس آی	٤٤۱۵	۳٤٤۷	۳۸۵۱	٤۳۱٦	۳٤٤٤
۱۰	تعداد مقالات ایران در یک درصد برتر – آی اس آی	۱۰۵	۱۳۹	۱۷٤	۲۲۲	۳۱۲
۱۱	رتبه ایران در تعدادمقالات یک درصد برتر – آی اس آی	۳۷	۳۵	۳۲	۲۸	۲۱
۱۲	تعداد دانشگاه‌های برتر ایران در جهان – رتبه‌بندی تایمز	۱	۱	۱	۲	۸
۱۳	تعداد دانشگاه‌های برتر ایران در جهان – رتبه‌بندی لایدن	۰	۵	۱۲	۱۲	۱٤
۱٤	تعداد دانشگاه‌های برتر ایران درجهان – رتبه‌بندی شانکهای	۱	۱	۱	۲	۲
۱۵	تعداد پژوهشگران یک درصد برتر ایران – آی اس آی	--	--	۱۷۳	۱٦۳	۲۰۸
۱٦	رتبه ایران در تعداد پژوهشگران یک درصد برتر- آی اس آی	۳۷	۳۵	۳۲	۲۸	۲۵

همانطور که جدول (۱) نشان می‌دهد، با سیاست‌گذاری مناسب رتبه ایران در تولید علم جهانی مرتباً بهبود می‌یابد و باید به رتبه‌های بهتری نیز دست یابد. ضرورت تولید علم در ایران به دلایل متعددی بستگی دارد که اهم آنها عبارتند از:

۱- ایفای وظیفه بین‌المللی با توجه به سوابق تاریخی (حداقل متناسب با میزان جمعیت) کشور ایران دارای حدود ۱٪ جمعیت جهان می‌باشد و با توجه به سوابق تاریخی و فرهنگی، داشتن جوانان توانمند با استعداد و نیز حدود ٤٥۰۰۰ اثر علمی بدیع در سال می‌تواند در تولید حداقل ۲ درصد از علم جهان مشارکت داشته باشد.
۲- ایجاد اقتدار ملی در عرصه‌های جهانی
۳- بالا بردن توان علمی کشور و حفظ استقلال آن
٤- تشویق، تقویت و امیدوار نمودن جوانان به آینده
۵- افزایش توان فناوری کشور و حل معضلات عدیده‌ای مانند بیکاری و ... .

تولیدکنندگان علم در ایران

تولید علم در ایران در دانشگاه‌های فنی و مهندسی عمدتاً توسط دانشجویان دکتری و درصد کمی نیز توسط دانشجویان ارشد و پژوهشگران مستقل انجام می‌گیرد (محمد رضا اسلامی و...،۱۳۸۰ :۵۷). مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹٦ در یکی از رشته‌های فنی و مهندسی دانشگاه صنعتی امیرکبیر انجام شده مشخص گردیده که اعضاء هیأت علمی با دانشجویان دکتری سهمی معادل ۵۳ درصد کل تولید علم و ۵۱/۳ درصد ارجاعات را داشته‌اند، در حالی‌که دانشجویان کارشناسی ارشد سهم‌شان معادل ۳۵/۲ درصد در تولید علم و ۳۷/٤ درصد در ارجاعات دارند و مابقی مربوط به فعالیت پژوهشی مستقیم عضو هیأت علمی بوده است (فیروز بختیاری نژاد ،۱۳۹۷ :۱۸).جدول (۲) این مهم را نشان می‌دهد. البته ضروری است مطالعه جامعی در کلیه رشته‌های فنی و مهندسی در این زمینه انجام شود.

جدول۲- بررسی میزان مشارکت دانشجویان دکترا و ارشد یک رشته مهندسی با اعضا هیات علمی در تولید علم

	درصد مقالات			درصد ارجاعات		
تعداد کل مقالات	دانشجویان دکتری	دانشجویان ارشد	سایر موارد	میانگین کل ارجاعات	دکتری	دانشجوی ارشد	سایرموارد
٦٥٠	٥٣	٣٥/٢	١١/٨	١٠٣٧	٥١/٣	٣٧/٤	١١/٣

در سال‌های اخیر با افزایش ظرفیت پذیرش کمی تعداد دانشجوی دکتری در بسیاری از دانشگاه‌های دولتی و آزاد مواجه بوده‌ایم، به عبارتی به آن «**سونامی تکثیر دانشجوی دکتری در ایران**» اطلاق می‌شود. و با توجه به اینکه هنوز اقتصاد کشور دانش بنیان نمی‌باشد و ظرفیت پذیرش اساتید نیز برای دانشگاه‌ها بسیار محدود می‌باشد، از هم اکنون با پدیده فارغ‌التحصیلان بیکار دکتری مواجه‌ایم که در آینده بسیار بیشتر خواهد بود. سؤال مهمی که در اذهان می‌باشد این است که حمایت از تولیدکنندگان علم در ایران به چه صورت می‌باشد هزینه‌های آموزشی، پژوهشی و زندگی آنها به چه نحو تأمین می‌شود. جدول (۳) این مهم را در دانشگاه‌های دولتی نشان می‌دهد .

همانطور که ملاحظه می‌شود دانشجویان دکتری که تولیدکننده اصلی علم در ایران هستند اگر نوبت اول باشند، ۸۰٪ هزینه‌های تحصیلی و زندگی آنها توسط دولت و در صورت نوبت دوم بودن تنها ۲۰٪ این هزینه‌ها تأمین می‌گردد.

با توجه به اینکه در حال حاضر حدود ۵۰ هزار نفر دانشجوی دکترا در سطح کشور در حال آموزش می‌باشند (که حدود یک‌سوم از آنها دانشجویان دکتری رشته فنی و مهندسی می‌باشند) می‌توان متوجه شد که هزینه سنگینی توسط دولت بدون سیاست‌گذاری و هدایت، نظارت و ... پرداخته می‌شود(فیروز بختیاری نژاد و ...، ۱۱:۱۳۹٦).

جدول ۳- بررسی نحوه تأمین هزینه‌های تحصیلی و زندگی تولیدکنندگان علم دانشگاه‌های دولتی در ایران

ردیف	تولیدکننده علم	نحوه ورود به دانشگاه نوبت اول		نحوه ورود به دانشگاه نوبت دوم	
۱	دانشجوی دکتری	بدون پرداخت شهریه و بهره‌مندی از خدمات خوابگاهی، یارانه غذا و وام تحصیلی	۸۰٪ هزینه‌های تحصیلی و زندگی توسط دولت ۲۰٪ توسط فرد	پرداخت شهریه توسط دانشجو بدون بهره‌مندی خوابگاه	۸۰٪ هزینه‌های تحصیلی و زندگی توسط دانشجو و ۲۰٪ توسط دولت
۲	دانشجویان کارشناسی ارشد	بدون پرداخت شهریه و بهره‌مندی از خدمات خوابگاهی، یارانه غذا و وام تحصیلی	۸۰٪ هزینه‌های تحصیلی توسط دولت و ۲۰٪ توسط دانشجو	پرداخت شهریه توسط دانشجو	۹۰٪ هزینه‌های تحصیلی توسط دانشجو و ۱۰٪ توسط دولت
۳	پژوهشگران مستقل	تأمین ۱۰۰٪ هزینه پژوهشی و زندگی		تأمین ۱۰۰٪ هزینه پژوهشی و زندگی	

بگذارید یک محاسبه ابتدایی در مورد هزینه دانشجویان دکتری مهندسی انجام دهیم. طبق آیین‌نامه مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در دانشگاه‌های دولتی، بودجه اختصاصی جهت تربیت یک دانشجوی دکتری مهندسی در سال ۱۳۹٤ در نوبت اول، بطور متوسط ۱۵۷ میلیون تومان برآورد شده است که شامل هزینه‌های آموزشی، پشتیبانی، دانشجویی، فرهنگی و

پژوهشی است. هزینه پژوهشی این دانشجویان بطور متوسط ٦٨ میلیون تومان در سال ٩٤ بوده است (فیروز بختیاری نژاد ،١٣٩٧: ٢١)

باتوجه به این‌که تقریباً در حال حاضر ١٥٠٠٠ دانشجوی دکترای فنی و مهندسی در دانشگاه-های دولتی در حال تحصیل می‌باشند، عمدتاً با اختصاص حدود ٢٤٠٠ میلیارد تومان هزینه کلی و برای پایان‌نامه‌های پژوهشی بیش از ١٠٠٠ میلیارد تومان هزینه می‌شود که بخش قابل توجهی توسط دولت تأمین می‌شود ، ولی هیچ‌گونه هدایت و نظارتی برای تولید علم در کشور وجود ندارد و در حال حاضر علی‌رغم افزایش کمی رتبه ایران در تولید علم، کیفیت آن تنزل یافته است که ضرورت ساماندهی تولید علم در ایران از طریق هدایت و مدیریت رساله‌های دکتری بیش از بیش احساس می‌شود.

ضرورت ساماندهی تولید علم در ایران

اهداف و برنامه‌های رساله‌های دکتری فنی و مهندسی در کشور نیازمند بازنگری می‌باشد. عمده‌ترین دلایل این بازنگری عبارتند از:

- نداشتن برنامه درازمدت (ده‌ساله) در دانشگاه‌ها برای ارتقاء دکترای مهندسی در جهت توسعه علم و فناوری در کشور
- عدم سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تحقیقات بنیادی و توسعه‌ای منطبق با برنامه‌های بالادستی و کلان کشور
- بی‌برنامه‌گی در انتخاب موضوع و عدم هدایت رساله‌های دکترای مهندسی براساس برنامه‌های راهبردی علمی و فناوری کشور و در دانشگاه‌ها
- افزایش کمی و غیرمنطقی دانشجویان دکتری مهندسی در کشور
- عدم حمایت مالی از رساله‌ها و هزینه زندگی دانشجویان دکتری
- عدم توجه به ضرورت‌ها و ویژگی‌های یک رساله دکتری همراه با پویایی علمی – پژوهشی در سطح مرزهای دانش جهان
- عدم تأمین امکانات آزمایشی برای کارهای عملی جهت صحه‌گذاری نتایج برای ارتقاء کیفیت رساله‌ها

حامیان مالی تحقیقات برای علم و فناوری در کشورهای منتخب توسعه‌یافته صنعتی

حامیان مالی تحقیقات برای تولید علم و توسعه فناوری به همراه میزان اعتبارات مالی منظور شده در پنج کشور توسعه یا فته صنعتی آمریکا،چین،آلمان،ژاپن و سوئد به قرار ذیل می باشند:

کشور آمریکا

نحوه تأمین مالی هزینه‌های بخش‌های مختلف تحصیلی فنی و مهندسی به تفکیک دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در آمریکا درجدول (٤) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بودجه پژوهشی طرح‌های پژوهشی استاد راهنما نقش مهمی را در تأمین هزینه آموزشی، پژوهشی و زندگی دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری فنی و مهندسی ایفاء می‌نماید (فیروز بختیاری نژاد،۱۳۹۷:٤٧).

جدول٤- نحوه تأمین مالی هزینه‌های بخش‌های مختلف تحصیلی فنی و مهندسی در آمریکا

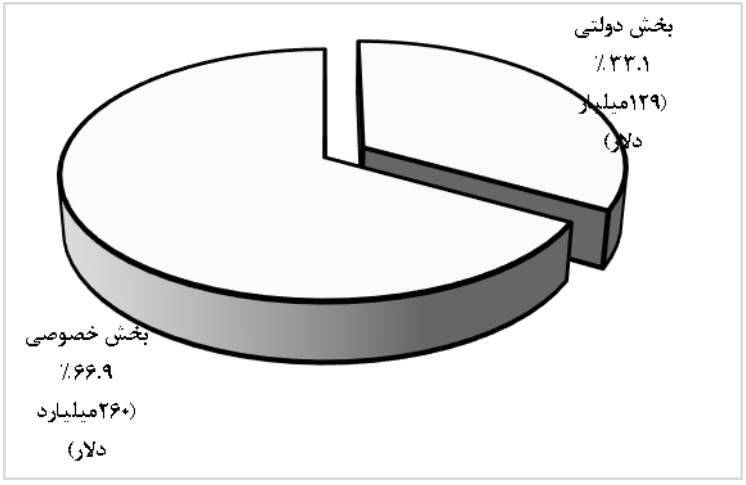
ردیف	دوره	هزینه آموزشی	هزینه پژوهشی	هزینه زندگی
۱	کارشناسی	- خود دانشجو - وام دولتی یا فلوشیب خیرین	-	-
۲	کارشناسی ارشد	- خود دانشجو یا وام تحصیلی یا فلوشیب خیرین - دستیار پژوهشی از بودجه پژوهشی استاد راهنما -دستیار آموزشی از بودجه دانشکده	- گرنت استاد راهنما یا بودجه طرح پژوهشی -فلوشیب سازمان‌ها یا خیرین	- خود فرد یا وام تحصیلی و یا دستیار آموزشی - فلوشیب سازمان‌ها یا خیرین یا اعتبار پژوهشی استاد راهنما

۳	دکتری	– دستیار آموزشی از بودجه دانشکده – دستیار پژوهشی بودجه استاد راهنما	– گرنت استاد راهنما و یا بودجه پژوهشی طرح – فلوشیب سازمان‌ها یا خیرین	– بودجه پژوهشی استاد راهنما یا دستیار آموزشی – فلوشیب سازمان‌ها یا خیرین

تأمین‌کنندگان مالی بودجه‌های تحقیقاتی

سرانه تولید ناخالص داخلی در کشور آمریکا ٤٧٠٠٠ دلار در سال ۲۰۱۲ می‌باشد که نسبت هزینه تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی حدود ۲/۷۷ درصد است. کل هزینه‌کرد پژوهشی در سال ۲۰۱۳ حدود ۳۹۰ میلیارد دلار می‌باشد(مریم اشرفی و ...،١٣٩٤ :٢١٧).

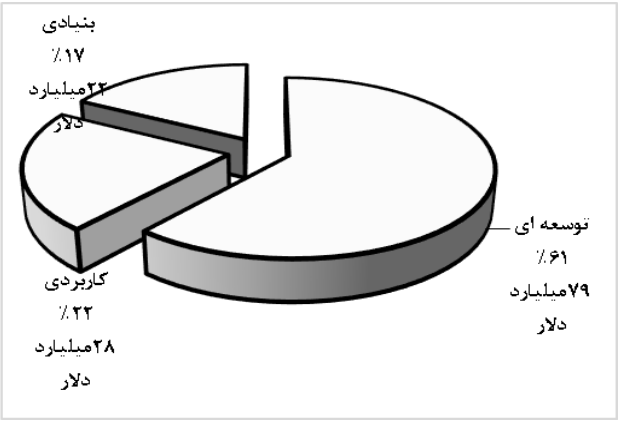
در سال ۲۰۱۳ بخش دولتی آمریکا ۳۳/۱ درصد و بخش خصوصی ٦٦/٩ درصد از اعتبارات مالی تحقیقاتی را تأمین نموده‌اند. (شکل (٤))



شکل ٤– تأمین‌کنندگان اعتبارات مالی تحقیقاتی در آمریکا در سال ۲۰۱۳

از ۱۲۹ میلیارد دلاری که دولت آمریکا در سال ۲۰۱۳ در بخش تحقیق و توسعه هزینه کرده است، به تفکیک ٪۱۷ در تحقیقات بنیادی (۲۲ میلیارد دلار)، ٪٦١ در تحقیقات توسعه‌ای (۷۹ میلیارد دلار) و ٪۲۲ در تحقیقات کاربردی (۲۸ میلیارد دلار) هزینه شده است، (شکل۵)

که مهم‌ترین مجریان پژوهشی آن دانشگاه‌ها با ۷۸ درصد (تحقیقات بنیادی و توسعه‌ای) و مراکز پژوهشی با ۲۲ درصد (تحقیقات کاربردی) می‌باشند.



شکل ۵- نحوه هزینه کرد دولت آمریکا در انواع تحقیقات در سال ۲۰۱۲

روش تعیین اولویت‌ها و تأمین مالی پژوهش در بخش دولتی

از اثرگذارترین پارامترها در نحوه هزینه کرد بودجه‌های پژوهشی دولتی، تعیین اولویت‌ها و تأمین مالی پژوهش در بخش دولتی است که در هدایت فرایند تولید علم و فناوری این کشور نقش بسزایی دارد. این فرایند به قرار ذیل انجام می‌شود (مریم اشرفی و ...، : ۱۳۹٤:۲۲٤)(جدول (۵)):

جدول ۵- فرایند تعیین اولویت‌ها و تأمین مالی پژوهش در بخش دولتی آمریکا

ردیف	شرح فرایند	ردیف	شرح فرآیند
۱	تعیین اولویت‌های اصلی تحقیق و توسعه توسط رئیس جمهور با مشورت با کارشناسان بنیادها و مؤسسات اصلی و وزارتخانه‌های علم و فناوری	۷	دریافت بودجه درخواستی از شاخه‌های اجرایی دولت (۱۲ دپارتمان فدرال و ۱۸ آژانس فدرال) توسط اداره سیاست‌گذاری علم و فناوری، فیلتر کردن آنها با توجه به اولویت‌ها

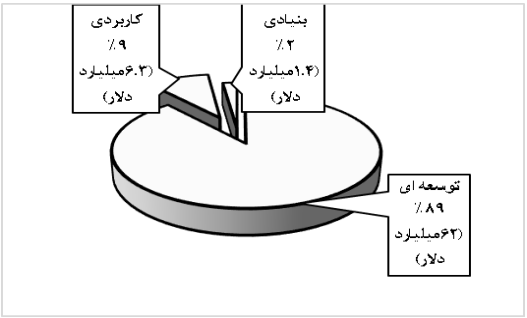
۲	لحاظ نمودن اولویت‌های رئیس جمهور در پیشنهاد بودجه درخواستی توسط بنیادها	۸	ارائه پیشنهاد بودجه تحقیق و توسعه رئیس جمهور به مجالس پارلمان و سنا
۳	ارسال پیشنهاد بودجه درخواستی آژانس-ها به اداره مدیریت و بودجه	۹	بررسی بودجه پیشنهاد رئیس جمهوری (برمبنای آژانس‌های دریافت‌کننده بودجه) در ۱۲ زیر کمیسیون بودجه مجالس
٤	ارزیابی اطلاعات کیفی و کمی بودجه درخواستی آژانس‌ها در اداره مدیریت و بودجه و پس از سلسله مذاکرات با آژانس، تهیه پیش‌نویس بودجه و ارسال به دفتر رئیس جمهور	۱۰	تهیه سند بودجه آژانس‌های مورد بررسی در هر زیرکمیسیون مجلس سنا به قرار ذیل: الف- بنیاد ملی علوم، ناسا، وزارت بازرگانی و دادگستری ⟵ سند ب – وزارت انرژی پروژه‌های توسعه انرژی وآب ⟵ سند ج- مؤسسه ملی سلامت، وزارت آموزش و نیروی انسانی ⟵ سند د- وزارت دفاع ⟵ سند
٥	همزمان، اداره سیاستگذاری علم و فناوری، پیشنهادهای ارائه شده را بررسی و بودجه موردنیاز پژوهش آژانس‌ها را استخراج می‌کند.	۱۱	زیر کمیسیون‌های مجلس قدرت زیادی در اجرایی ساختن بودجه مصوب دارند. چنانچه هر یک از آژانس‌ها بخواهد از بودجه اولیه خود تخطی نماید و مقداری از بودجه را به فعالیت دیگری اختصاص دهد، باید تأییدیه زیرکمیسیون مربوطه و اداره مدیریت و بودجه را دریافت کند.
٦	اولویت‌بندی مسائل پژوهشی توسط اداره سیاست‌گذاری علم و فناوری	۱۲	بودجه هر یک از آژانس‌ها در زیرکمیسیون‌های مجلس نهایی و به رئیس جمهور برای امضا ابلاغ می‌شود.

پس از تعیین اولویت‌ها و تأمین مالی هزینه‌های پژوهشی در بخش دولتی آمریکا، نهادهایی به‌عنوان مشاور عالی دولت برای ارزیابی و داوری پیشنهاد طرح‌ها، اختصاص بودجه، نظارت بر اجرای طرح‌ها، تحویل گرفتن و تأیید نتایج طرح عمل می‌کنند.

اصلی‌ترین نهادها برای دریافت بودجه پژوهشی به ترتیب وزارت دفاع، مؤسسه ملی سلامت[1]، بنیاد ملی علوم[2] و ناسا[3] می‌باشند که در سال ۲۰۱۳ به ترتیب درصد بودجه اختصاصی به آنها ٥٤، ۲۲، ۸ و ۷ بوده است.

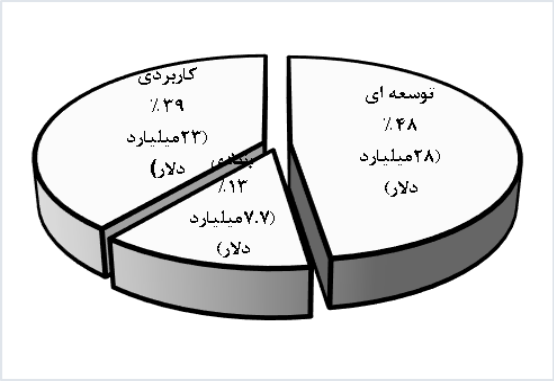
اشکال (٦)و(۷)نحوه تقسیم‌بندی اعتبارات پژوهشی دولتی را در بخش دفاعی (٥٤٪ بودجه حدود ۷۰ میلیارد دلار) و غیردفاعی (٤٦٪ بودجه حدود ۵۹ میلیارد دلار) در سال ۲۰۱۳ نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود در بخش دفاعی عمدتاً ۸۹٪ بودجه به انجام تحقیقات توسعه‌ای اختصاص یافته و تحقیقات کاربردی (با ۹٪ بودجه) و تحقیقات بنیادی (با ۲٪ بودجه)در اولویت‌های بعدی می‌باشند. اما در بخش غیردفاعی با بودجه ۵۹ میلیارد دلاری (نسبت به بخش دفاعی)، تحقیقات توسعه‌ای کمتر (با ٤۸٪ بودجه) و بیشتر تحقیقات کاربردی (۳۹٪ بودجه و تحقیقات بنیادی (۱۳٪ بودجه) انجام شده است.



شکل٦- نحوه تقسیم‌بندی بودجه دفاعی دولت آمریکا در زمینه‌های مختلف پژوهشی در سال ۲۰۱۳

1. NIH- National. Institute of Health
2. NSF – National Science Foundation
3. NASA – National Aeronautics and Space Administration



شکل ۷- نحوه تقسیم‌بندی بودجه غیردفاعی دولت آمریکا در زمینه‌های مختلف پژوهشی در سال ۲۰۱۳

غیر از ناسا که مؤسسه‌ای معروف در سطح جهانی است و اکثر مردم دنیا با آن و زمینه فعالیت آن آشنایی دارند، دو مؤسسه ملی سلامت[1] و بنیاد ملی علوم[2] در زمینه پژوهش‌های غیردفاعی فعالیت چشمگیری داشته و خدمات قابل توجهی به جامعه جهانی نموده‌اند. مؤسسه ملی سلامت مهم‌ترین مؤسسه حمایت از پژوهش برای سلامت می‌باشد. ۸۰ درصد بودجه این مؤسسه (با ۲۷ زیر مؤسسه و مرکز) مستقیماً صرف حمایت از پژوهش در داخل و خارج آمریکا می‌شود.

در سال ۲۰۱۳، ۲۲ درصد اعتبارات پژوهشی معادل ۲۷ میلیارد دلار برای ۱۱۸۰ طرح تحقیقاتی اختصاص یافت. بنیاد ملی علوم آمریکا نیز قدیمی‌ترین مؤسسه حمایت‌کننده تولید علم در دانشگاه‌هاست که بودجه سال ۲۰۱۳ معادل ۷/۵ میلیارد دلار برای انجام ۹۱۰۰ طرح تحقیقاتی بوده است.

اکثر دستگاه‌های اجرایی در کشور امریکا دارای واحدهای پژوهشی شاخص جهت انجام امور پژوهشی می‌باشند که در کل ٦۰۰ آزمایشگاه فدرال بزرگ و ۷۰۰ آزمایشگاه فدرال کوچک به این مهم می‌پردازند.

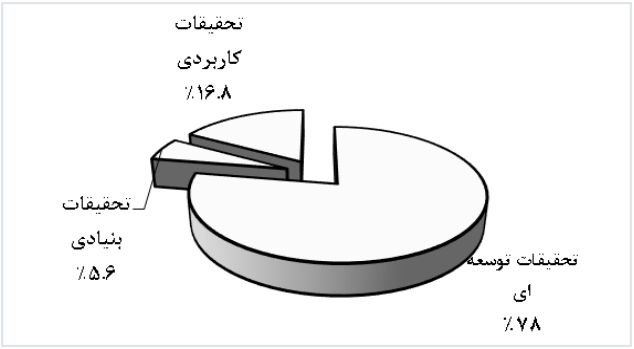
1. NIH
2. NSF

همانطور که ذکر شد حدود دو سوم بودجه تحقیقاتی آمریکا توسط بخش خصوصی تأمین اعتبار می‌شود که اکثراً خود نیز دارای واحدهای پژوهشی می‌باشند که می‌توان از شرکت‌های عظیم فایرز، ماکروسافت، جنرال موتورز، فورد و ... نام برد. هم‌چنین هزینه‌های پژوهشی از طریق سازمان‌های غیرانتفاعی خصوصی تأمین می‌شود. بیش از ۲۰ هزار مؤسسه خیریه در آمریکا در تأمین مالی تحقیق و توسعه بویژه در زمینه زیست‌شناسی فعالیت دارند که از مهم‌ترین آنها می‌توان از مؤسسه بیل و ملیندا گیتس[1] نام برد.

چین

دولت چین انگیزه زیادی در افزایش سرعت پیشرفت علمی و فناوری دارد و سرمایه‌گذاری کلانی را در این حوزه انجام داده‌اند. تولید ناخالص داخلی این کشور در سال ۲۰۱۲ معادل ۱۲٤۰۰ میلیارد دلار بوده که نسبت هزینه تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی ۲/۰۲ درصد می‌باشد. هزینه پژوهش در سال ۲۰۱۰ معادل ۱٤۱ میلیارد دلار بوده که کشور ژاپن را در این حوزه پشت سر گذاشته و پس از آمریکا در رتبه دوم قرار دارد(مهدی عباسی،۱۳۹۵: ۲)

شکل (۸) نحوه توزیع هزینه‌های پژوهشی را در سال ۲۰۰٦ در چین نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که حدود ۷۸٪ بودجه پژوهشی در تحقیقات توسعه‌ای، ۱٦/۸٪ در تحقیقات کاربردی و ۵/٦ ٪ در تحقیقات بنیادی هزینه شده است(فرزانه عبادی،۱۳۹۰: ۹۸).



شکل۸– هزینه‌های تحقیق و توسعه در کشور چین در سال ۲۰۰٦

1. Bill and Melinda Gates Foundation

بودجه‌های پژوهشی برای پروژه‌های اساسی از طریق سازمان‌های دولتی زیر مدیریت می-شوند.

- بنیاد ملی علوم طبیعی چین[1]
- وزارت علوم و تکنولوژی چین[2]
- مؤسسه بین‌المللی علوم و تکنولوژی[3]
- فرهنگستان علوم چین[4]
- سازمان بورسیه چین[5]

به‌عنوان مثال، فرهنگستان علوم چینی(CAS) ۱۰۰ نهاد تحقیقاتی، ۳۷۰۷ نهاد تحقیقاتی دولتی وابسته به وزارت و دولت‌های محلی، ۲۳۰۵ نهاد آموزش عالی[6] و ... می‌باشد که از گردانندگان اصلی حوزه تحقیق و توسعه در کشور چین به شمار می‌رود. سازمان‌های دولتی مرکزی و محلی اعتبارات تحقیقاتی بیشتری را در اختیار پژوهشگران و مؤسسات تحقیقاتی قرار می‌دهند. دانشگاه‌ها گرنت‌های مختلف و متعددی را در اختیار دارند و به پژوهش محققان خود اختصاص می‌دهند. نهاد آموزش عالی این کشور نیز دارای ۲۷۵ هزار نیروی تمام وقت شاغل در حوزه تحقیق و توسعه می‌باشد و در سال ۲۰۰۹ بیش از نیمی از هزینه‌های فعالیت-های پژوهشی در دانشگاه‌ها (٥٦٪) توسط دولت تأمین شده است. در این سال ٦١٪ هزینه‌های پژوهشی در رشته‌های مهندسی، ١٧/٤ ٪در علوم پایه، ٦/٨ ٪در کشاورزی و ٨/٥ ٪ در تحقیقات پزشکی هزینه شده است.

در سال ۲۰۱۳، ۱۰ دانشگاه برتر چین حدود۱ /٤ میلیارد دلار اعتبار پژوهشی را جذب کرده‌اند.

1. National Natural Science Foundation of China
2. Ministry of science and Technology
3. China International S&T Cooperation
4. Chinese Academy of Sciences
5. China Scholarship Councel
6. Institute of Higher Education

آلمان

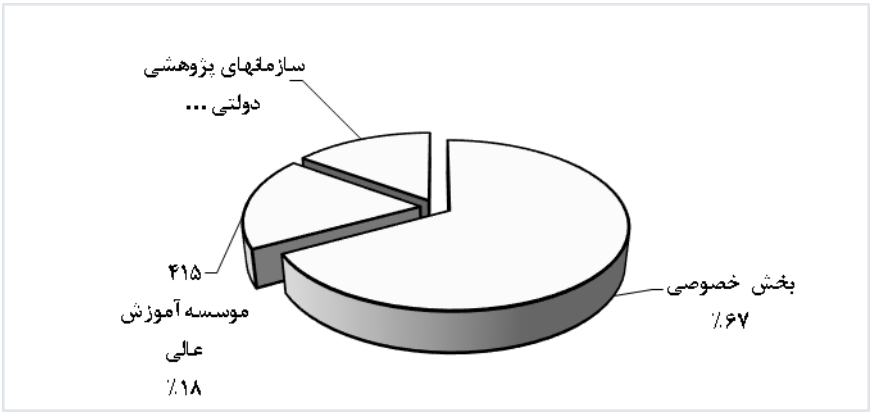
کشور آلمان با سرانه تولید ناخالص داخلی ٤٤،٣٠٠ دلار، دارای نسبت ٢/٨٤ ٪هزینه تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی است.(مریم اشرفی و ...،١٣٩٤ : ٩)اعتبارات پژوهشی این کشور در سال ٢٠١٦ حدود ٨٥ میلیارد دلار بوده و پیش‌بینی آن برای سال ٢٠١٧ حدود ١٠٢ میلیارد دلار می‌باشد. ١/ ٣٣ ٪ از اعتبارات پژوهشی (معادل ٢٨ میلیارد دلار) توسط دولت و مابقی آن توسط بخش خصوصی تأمین گشته است. (شکل٩)

شکل ٩- تأمین‌کنندگان مالی هزینه‌های پژوهشی در کشور آلمان در سال ٢٠١٦

بنیاد پژوهش آلمان[1] ، نقش اصلی تأمین مالی پژوهش‌های بنیادی را برعهده دارند. اغلب برنامه‌های تحقیق و توسعه از سوی دولت تأمین مالی می‌شود و آژانس‌های اجرایی[2] که غالباً در مراکز پژوهشی بزرگ مستقر هستند، اداره و مدیریت آن را برعهده دارند. فدراسیون انجمن‌های پژوهشی صنعتی آلمان[3] مسئولیت ترویج فعالیت‌های تحقیق و توسعه کاربردی در جهت منافع بنگاه‌های کوچک و متوسط را برعهده دارد.

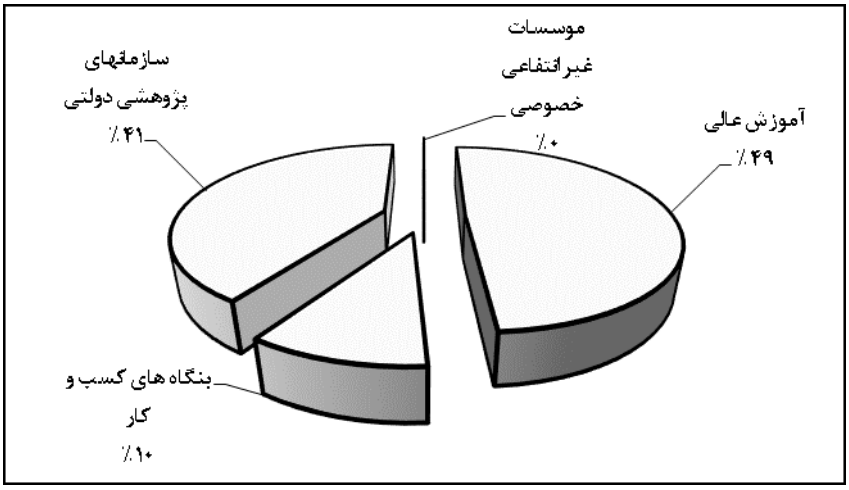
1. The German Research Foundation
2. Implementation Agencies
3. The German Federation of Industrial Research Associations (GFIRA)

مجریان پژوهش در کشور آلمان شامل بخش خصوصی، سازمان‌های پژوهشی دولتی و مؤسسات آموزش عالی می‌شود که شکل (۱۰) ارتباط بین بودجه‌های تحقیقاتی و مجریان پژوهشی را در سال ۲۰۱۲ نشان می‌دهد.



شکل ۱۰- ارتباط بین بودجه‌های تحقیقاتی و مجریان پژوهشی در آلمان در سال ۲۰۱۲

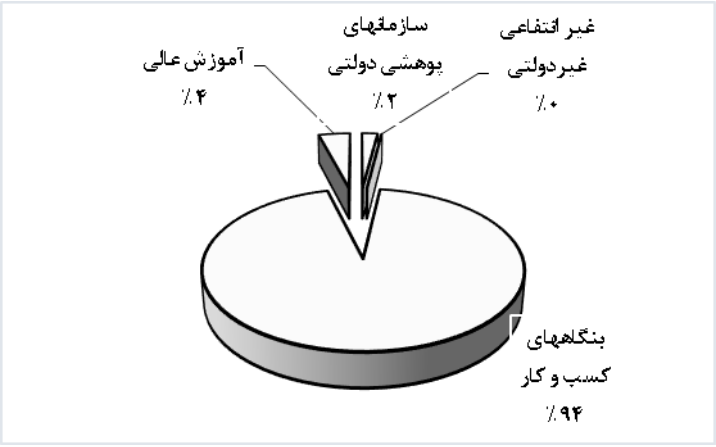
نحوه هزینه‌کرد بودجه دولتی آلمان در تحقیق و توسعه در شکل (۱۱) نشان داده شده است. ٤٩٪ آموزش عالی، ٤١٪ سازمان‌های پژوهشی دولتی و ۱۰٪ بنگاه‌های کسب و کار جذب بودجه داشته‌اند.



شکل ۱۱ – نحوه هزینه کرد بودجه پژوهشی دولت آلمان در تحقیق و توسعه در سال ۲۰۱۰

برعکس شکل (۱۲) نحوه هزینه کرد بخش کسب و کار را تحقیق و توسعه درآلمان در سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود حدود ۹٤٪ در بخش کسب و کار، ٤٪ آموزش عالی و ۲٪ سازمان‌های پژوهشی دولتی جذب اعتبار داشته‌اند.



شکل۱۲- هزینه‌کرد بخش کسب و کار در تحقیق و توسعه در کشور آلمان در سال ۲۰۱۰

سازمان‌ها و مؤسسات پژوهشی نیز براساس مأموریت و فلسفه وجودیشان تأمین مالی توسط دولت می‌شوند. میزان این اعتبار در سال ۲۰۰۸ بالغ بر ۸ میلیارد دلار می‌باشد که به بنیاد پژوهش آلمان، انجمن ماکس پلانک و ... اختصاص یافته است.

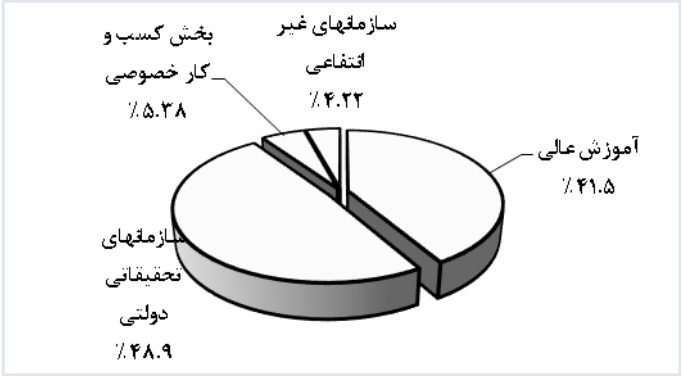
ژاپن

کشور ژاپن از جمله کشورهایی است که سرمایه‌گذاری هنگفتی در تحقیق و توسعه می-نماید. ۳/۲٦ ٪ نسبت هزینه تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی این کشور است، که با توجه به سرانه تولید ناخالص داخلی ٤۱۷۵۰ دلاری مبلغ قابل توجهی می‌باشد. این اعتبارات پژوهشی هرساله افزایش یافته بطوری‌که از ۱۷٦ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۲ به ۲۱۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۱٦ رسیده است.(مریم اشرفی و ...،۱۳۹٤ :۱٤۳). شکل (۱۳) تأمین‌کنندگان اعتبارات مالی و بودجه‌های تحقیقاتی را در کشور ژاپن در سال ۲۰۱٦ نشان می‌دهد. همانطورکه

ملاحظه می‌شود، حدود ۱۷/۲ ٪ بخش دولتی (معادل ۳٦/۵ میلیارد دلار)، ۸۲/۸ ٪ بخش خصوصی (معادل ۱۷۵/۵ میلیارد دلار) در تحقیق و توسعه هزینه نموده‌اند.

شکل ۱۳- تأمین‌کنندگان مالی بودجه‌های تحقیقاتی در ژاپن در سال ۲۰۱٦

شکل (١٤) نیز میزان هزینه‌کرد دولت ژاپن در تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف در سال ۲۰۱۱ را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که سازمان‌های تحقیقاتی دولتی و آموزش عالی عمدتاً این تحقیقات را انجام داده‌اند. دانشگاه‌های دولتی و مراکز آموزش عالی حدود ۵۰ درصد از بودجه تحقیق و توسعه خود را برای تحقیقات در زمینه‌های علوم مهندسی و علوم طبیعی (با ۵۱/۳ ٪ در تحقیقات بنیادی) هزینه می‌کنند.

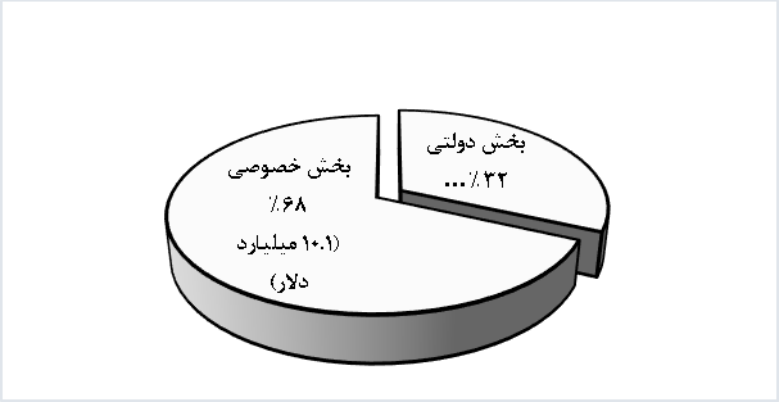


شکل ١٤- هزینه کردن بودجه دولتی ژاپن در تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف در سال ۲۰۱۱

سوئد

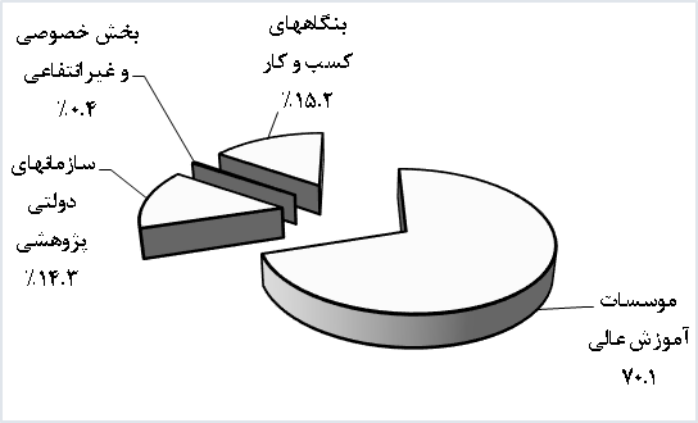
کشور سوئد با سرانه تولید ناخالص داخلی ۳۸،۵۰۰ دلار، درصد بالایی از تولید ناخالص داخلی را به هزینه تحقیق و توسعه اختصاصی می‌دهد. این درصد در سال ۲۰۱۱ حدود ۳/۳۷ بوده که شامل ۱٤/۸ میلیارد دلار اعتبارات پژوهشی می‌شود.(مریم اشرفی و ...،۱۳۹٤ :۸۱)

از این اعتبارات ۳۲٪ مربوط به بخش دولتی و ٦۸٪ مربوط به بخش خصوصی است. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵- تأمین‌کنندگان اعتبارات مالی و بودجه‌های تحقیقات در سوئد در سال ۲۰۱۱

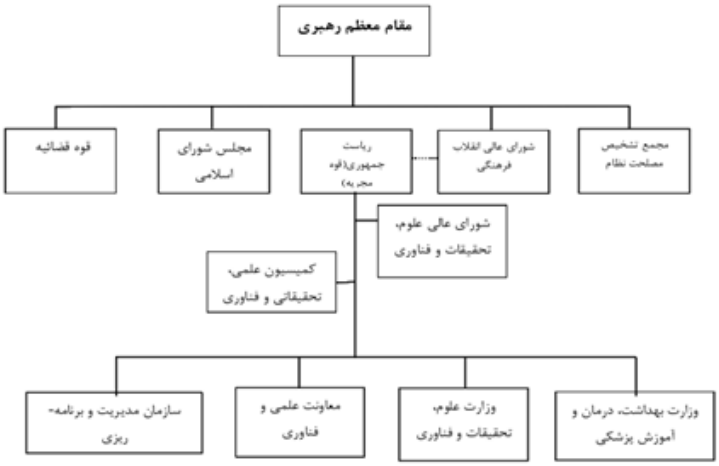
هزینه‌کرد دولت در تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف در شکل (۱٦) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود مجریان پژوهشی با بودجه دولتی به ترتیب ۷۰/۱ ٪ مؤسسات آموزش عالی، ۱۵/۲ ٪ بنگاه‌های کسب و کار، ۱٤/۳ ٪ سازمان‌های دولتی پژوهشی و ۰/٤ ٪ بخش خصوصی و غیرانتفاعی می‌باشند.



شکل ١٦- هزینه‌کرد دولت سوئد در تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف در سال ۲۰۰۸

نتیجه‌گیری

بررسی و مطالعه نظام سیاست‌گذاری در کشورهای منتخب (و در بسیاری از کشورهای دنیا) بیانگر آن است که عمدتاً سیاست گذاری به‌صورت متمرکز و در نهادهای فوق دولتی که محدود به دوره چهار یا هشت ساله دوره دولت نیستند، انجام می‌شود. در حالی‌که بخش خصوصی عمدتاً در چارچوب سیاست‌های ابلاغ شده از سوی دولت فعالیت می‌کند. ساختار و مدل نظام سیاست‌گذاری علم و فناوری در کشور به‌طور شماتیک در شکل (۱۷) نشان داده شده است (مریم اشرفی و ...،١٣٩٤ :٣٥٤). همانطورکه مشاهده می‌شود سیاست-گذاری علم و فناوری در کشور در سطوح مختلف و در هر یک از قوای سه‌گانه و فراتر از آنها انجام می‌شود. شورای عالی انقلاب فرهنگی، مجمع تشخیص مصلحت نظام و مجلس شورای اسلامی نهادها و ارکانی هستند که بصورت فراقوه‌ای سیاست‌گذاری و قانون‌گذاری می‌کنند. بطور کلی در ایران فرایند سیاست‌گذاری علم و فناوری شامل مطالعات اولیه سیاست پژوهی، تدوین سیاست‌ها، پیشنهاد به مراجع ذیربط و تصویب آن بصورت خرد در ساختارها و نهادهای دولتی و به‌صورت کلان در شورای عالی انقلاب فرهنگی در چارچوب نقشه علمی کشور انجام می‌شود.



شکل ۱۷- ساختار سیاست گذاری علم و فناوری در کشور ایران

دامنه پوشش سیاست‌های تعیین شده در دستگاه‌های درون قوه‌ای محدودتر از فرا قوه‌ای می-باشد و شامل قوه قضائیه و مجریه (شکل ۱۷) می‌شود. لذا ضروری است برای ساماندهی موضوع رساله‌های دکتری مهندسی در جهت تولید علم با کیفیت در سطح کشور سیاست‌های مندرج در نقشه جامع علمی کشور به نحوی به این موضوعات ارتباط داده شود.

پیشنهادات

همانطورکه در کشورهای منتخب صنعتی توسعه‌یافته مطالعه گردید، متولیانی در سطوح بالای مدیریتی این کشورها، با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی مدون و پیوسته، نظارت بر اجرا و ... . از تولید علم و فناوری حمایت نموده و دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و مراکز تحقیق و توسعه صنایع آنها را اجرا می‌کنند. در ایران تهیه برنامه کلان و اجرای برنامه (بصورت عملی نه روی سندهای کاغذی) می‌تواند اثر بسزایی در تولید علم با کیفیت و جهت‌دار کشور داشته باشد. لذا جهت نظام یافتن این فرایند در کشور یعنی هم در سطح برنامه‌ریزی کلان و هم در سطح اقدامات اجرایی، موارد ذیل(ماتریس۱)پیشنهاد می شود:

الف- برنامه‌ریزی کلان: در شورای عالی انقلاب فرهنگی با تهیه و نظارت مداوم «نقشه جامع علمی کشور» انجام شود.

ب-اقدامات اجرایی: اجرای سیاست های علم و فناوری کشور بطور اعم و در حوزه فنی و مهندسی بطور اخص می تواند در دو نهد ذیل متمرکز شود(شکل (۱۷))

۱- وزارت علوم ،تحقیقات و فناوری

ارتقای چشمگیر شاخص‌های رشد علمی و توسعه فناوری کشور برای نزدیک شدن به هدف چشم‌انداز ۱٤۰٤ و نیز برقراری و نهادینه شدن یک فرایند علمی و منسجم سیاست-گذاری علوم، تحقیقات و فناوری در سطح ملی از اهداف کلی برنامه‌ها و چشم‌انداز این وزارت‌خانه در پایان دوره دولت یازدهم می‌باشد. که معاونت پژوهشی وزارتخانه نیز یکی از نقاط ضعف عملکرد را همسو نبودن موضوع اغلب پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها با نیازهای جامعه ذکر می‌کند. اما تاکنون این وزارت‌خانه اقدام چشمگیر که اثر بسزایی در رفع این مهم را داشته باشد برنداشته است (وزارت عتف،۱۳۹٦)

۲- معاونت علمی وفناوری ریاست جمهوری

این معاونت که از سال ۱۳۸۵ به منظور هماهنگی و هم‌افزایی امور علمی و فناوری در کل کشور تشکیل شده است، تا کنون بیشتر در زمینه فناوری فعالیت کرده استمعاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری ،)۱۳۹۷.

با بررسی اهداف و وظایف زیرمجموعه‌های این معاونت، به‌نظر می‌رسد که معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری می‌تواند جایگاه مناسبی برای مدیریت تولید علم در کشور از جمله تعیین موضوعات رساله‌های دکترای مهندسی، هدایت و هماهنگی و اختصاص بودجه و ... در ایران باشد. البته وزارت علوم، تحقیقات و فناوری همکاری مؤثری با این معاونت در انجام این مهم باید داشته باشد.

پیشنهاد تعیین موضوع رساله‌های دکترا (بالاخص دکتری مهندسی) و بودجه مالی آن در ایران

پیشنهاد می‌گردد جهت هدایت، نظارت و ارتقاء کیفیت تولید علم حاصل از رساله‌های دکتری مهندسی در ایران در فرایند ذیل انجام شود:

الف – معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری هر سال موضوعات کلان عرضه – محور (و شاید برخی از آنها تقاضامحور هم باشند) را اعلام کند و بودجه‌هایی را برای آنها اختصاص دهد.

ب – با همکاری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری از استادانی که موضوعاتی در چارچوب اجرای این طرح‌های جامع دارند، پروپوزال دریافت نماید و بعد از بررسی برای یک طرح هدفمند چندساله بودجه را اختصاص دهد و استاد با این اعتبار دانشجوی دکتری می‌گیرد و اگر دانشجویانش موفق بودند و استاد راهنما کار را کامل انجام داد، برای دوره‌های بعدی هم اعتبار بگیرد این روش می‌تواند هم کیفیت رساله‌های دکتری مهندسی را افزایش داده و هم به تحقیقات بنیادی و توسعه‌ای در مرزهای دانش کشور جهت اساسی داده تا به اهداف علمی کشور و جایگاه شایسته آن در سطح جهان نائل شویم.

ماتریس۱ – اهم برنامه ها و اقدامات در تعیین موضوعات رساله های دکتری مهندسی برای توسعه علمی کشور

نهادها اهم برنامه‌ها واقدامات	شورای عالی انقلاب فرهنگی	مجمع تشخیص مصلحت نظام	مجلس شورای اسلامی	ریاست جمهوری (قوه مجریه)	معاونت علمی و فنی ریاست جمهوری	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی	اساتید مرتبط دانشگاهها و
فرآیند سیاست گذاری علم و فناوری (برنامه ریزی کلان)	تهیه نقشه جامع علمی کشور	تدوین سیاست‌های کلان حوزه علم و فناوری	تدوین سیاست‌های کلان حوزه علم و فناوری	همکاری با نهادهای مرتبط	همکاری با نهادهای مرتبط	همکاری با نهادهای مرتبط	همکاری با نهادهای مرتبط	-
اجرای نقشه جامع علمی کشور(تعیین اولویت‌ها ، تخصیص مالی و ...)	همکاری با ریاست جمهوری در اجرا، نظارت و ارزیابی مداوم بر اجرای نقشه جامع علمی کشور	رصد اجرا و ارائه پیشنهادات	رصد اجرا و نظارت کلی بر اساس برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	با شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری، کمیسیون علمی، تحقیقاتی و فناوری، شورای عالی انقلاب فرهنگی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی بر اساس برنامه‌های ۵ ساله توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی اولویت‌ها وپیشنهاد مالی و .. را تدوین می‌کند.	همکاری با نهادهای مرتبط در تعیین اولویت‌ها و...	همکاری با نهادهای مرتبط در تعیین اولویت‌ها و ..	همکاری با نهادهای مرتبط در تعیین اولویت‌ها و ..	-
اقدامات اجرایی مرتبط با اجرای اولویت‌ها ، تخصیص مالی و ...	نظارت و ارزیابی مداوم	-	رصد اجرا و نظارت کلی در بودجه سنواتی	نظارت کلی و ارزیابی مداوم بر اجرا بر اساس برنامه‌های توسعه	تشکیل کمیته‌های کاری و اعلام سالانه موضوعات کلان عرضه	همکاری در تشکیل کمیته های کاری و بسترسازی، هماهنگی، نظارت و ابلاغ	همکاری در تشکیل کمیته های کاری و بسترسازی، هماهنگی،	همکاری با نهادهای ذیربط

نهادها اهم برنامه‌ها واقدامات	شورای عالی انقلاب فرهنگی	مجمع تشخیص مصلحت نظام	مجلس شورای اسلامی	ریاست جمهوری (قوه مجریه)	معاونت علمی و فنی ریاست جمهوری	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی	اساتید مرتبط دانشگاهها و
				اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	محور(شاید برخی از آنها تقاضا محور باشد) و بودجه تخصیصی	به دانشگاه‌ها	نظارت و ابلاغ به دانشگاه‌ها	
پروپوزال، بررسی اختصاصی بودجه، اجرای طرح	-	-	-	-	دریافت پروپوزال‌ها، بررسی و تخصیص بودجه و عقد قرارداد با اساتید مرتبط	همکاری در کمیته‌های کاری	همکاری در کمیته همکاری	بر اساس اولویت‌ها، پروپوزال تهیه نموده و پس از تصویب پروپوزال، قرارداد منعقد می شود
گرفتن دانشجوی دکتری مهندسی و انجام طرح	-	-	-	-	نظارت مداوم بر اجرای طرح و نتایج آن	اختصاص دانشجوی دکتری مهندسی به اساتیدی که قرارداد منعقد کرده‌اند	اختصاص دانشجوی دکتری به اساتیدی که قرارداد منعقد کرده‌اند	گرفتن دانشجوی دکتر و انجام طرح طبق قرارداد منعقد شد.
نتایج طرح‌های انجام شده و ارائه پیشنهادات	نظارت و ارزیابی مداوم (تصحیح فرایند) سیاست گذاری علم و فناوری	رصد اجرا و ارائه پیشنهادات	رصد اجرا و ارائه پیشنهادات	نظارت و ارزیابی مداوم بر اجرا	تهیه گزارش‌های مرتبط برای نهادهای ذیربط و ارائه پیشنهادات	همکاری در رصد اجرا و ارائه پیشنهادات	همکاری در رصد اجرا و ارائه پیشنهادات	ارائه پیشنهادات به نهادهای مرتبط

منابع

اسلامی، محمدرضا، توحیدی، ناصر، دارمارلانی، پرویز، حجازی، جلال، دانشی، غلامحسین، سهرابپور، سعید و .... (۱۳۸۰)، ضرورت انتشار مقاله علمی از پایان‌نامه برای فارغ‌التحصیلی دانشجوی دکتری،*فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، شماره ۲، جلد ۳، ص ٦٤-۵۷

اشرفی، مریم، عباسی، محمد، (۱۳۹٤) ، *تدبیر دولت‌ها در امر پژوهش، بررسی کشورهای منتخب (آلمان، سوئد، ژاپن، آمریکا، ترکیه و ایران)* ، تهران،مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی،چاپ اول،جلد اول

بختیاری‌نژاد، فیروز،(۱۳۹۷)، *گزارش فرصت مطالعاتی به شورای دانشگاه صنعتی امیرکبیر*،دانشگاه صنعتی امیر کبیر ،ص۱۱-۹۸

بختیاری‌نژاد، فیروز، شیخان، ناهید،(۱۳۹٦)، هدایت رساله‌های دکتری مهندسی در سهم جهانی ایران در تولید علم و در توسعه علم و فناوری کشور، پنجمین همایش *بین‌المللی آموزش مهندسی ایران با تأکید بر بین‌الملل‌سازی آموزش مهندسی*، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

حسن‌زاده،محمد،۱نور محمد علی،حمزه علی،نوروزی چاکلی،عبدالرضا،(۱۳۸۸)، *سنجش علم ،فناوری و نوآوری(مفاهیم و شاخص های بین المللی*)، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور،چاپ اول ،ص۱۷

شیخان، ناهید، بختیاری نژاد، فیروز،(۱۳۹۳)، نقش شناسایی شاخصهای ارزیابی فناوری در توسعه آموزش های مهندسی،*فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال شانزدهم، شماره ٦۳، صص ۳۸-۲۵

عبادی، فرزانه،(۱۳۹۰)، بررسی تجربیات کشورهای منتخب (اتحادیه اروپا، آمریکا، ژاپن، چین، ترکیه) در زمینه ارتقاء نوآوری با تأکید بر صنایع کوچک، *گروه پژوهشی صنایع تبدیلی و تکمیلی مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی*، ص۹۸

عباسی، مهدی،(۱۳۹۵) ۹، بررسی برنامه علم و فناوری در کشور چین،*پارک علم و فناوری استان سیستان و بلوچستان*،ص۲

مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، (۱۳۹٦)، *آینده دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی در جهان رقابتی با تأکید بر ساز و کارهای رتبه‌بندی، میزگرد آینده‌پژوهشی آموزش عالی ایران*، پنل شانزدهم، ص ۱۹

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری،(۱۳۹۷) ، http://www.isti.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری(۱۳۹٦)،*گزارش وضعیت رشد علمی و توسعه فناوری در حوزه پژوهش*، بازیابی شده در تاریخ ۹۹/۲/۱٤ ،خبرگزاری دانشجویان ایران"ایسنا"، http://www.isna.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری(۱۳۹٦) معاونت پژوهش و فناوری http://www.msrt.ir/fa

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری،(۱۳۹۷) ، http://www.isti.ir