# وضعیت تولید فناوری کشور با نگاه به جایگاه مهندسی مکانیک*

علی غفاری[۱] و مسعود عبداللهی نیا[۲]

(دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۹)، (پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۶/۳۰)

DOI: 10.22047/ijee.2019.171322.1623

**چکیده:** تولید فناوری به معنای تولید ثروت و قدرت از علم است. امروزه، فناوری نه تنها مسیری مطمئن برای تولید ثروت است، بلکه ابزاری برای نمایش قدرت نظامی، اقتصادی و صنعتی کشورهای دارنده آن است. در مطالعه حاضر، بر اساس برنامه کرسی آینده‌پژوهی مهندسی مکانیک، وضعیت تولید فناوری کشور به‌طور اعم بررسی و در رشته‌های مهندسی به‌ویژه مهندسی مکانیک ارزیابی و با برخی از کشورهای منطقه و جهان مقایسه شده است. هدف از این بررسی، ارائه تصویری واقع‌گرایانه و روشن از وضعیت تولید فناوری در کشور و تحلیل نقاط قوت و ضعف آن بود. در جمع‌آوری داده‌ها سعی شد تا حد امکان آمار و داده‌های تفکیکی مربوط به رشته مهندسی مکانیک استخراج شوند. اصلی‌ترین شاخص‌ها برای تعیین وضعیت یک کشور در تولید فناوری شامل سندهای ثبت اختراع، میزان بودجه تحقیق و توسعه و همچنین تعداد نیروهای متخصص فعال در این بخش است. ثبت اختراع اولین قدم در تولید فناوری است. بالا بودن تعداد اختراعات ثبت شده یک کشور الزاماً به معنای تولید فناوری نیست، ولی پایین بودن آن نشانه ضعف در تولید فناوری است. نگاهی گذرا به داده‌های آماری نشان می‌دهد که سهم کشور ما در مقایسه با سایر کشورها در تولید فناوری ناچیز و وضعیت آن نامطلوب است. در این مطالعه مسائل و چالش‌های تولید فناوری تجزیه و تحلیل و نقاط قوت و ضعف کشور تبیین شده است. در این مقاله صرفاً وضعیت موجود بیان و با سایر کشورها مقایسه و تحلیل شده است. همچنین پیشنهادهایی برای رفع چالش‌های موجود، طبق برنامه زمان‌بندی کرسی آینده‌پژوهی مهندسی مکانیک، ارائه شده است.

**واژگان کلیدی:** مهندسی مکانیک، آینده‌پژوهی، تولید فناوری، اختراع، تحقیق و توسعه، ایران.

* این مقاله بخشی از فعالیت پژوهشی مربوط به کرسی آینده‌پژوهی مهندسی مکانیک است که با پشتیبانی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، در شاخه مهندسی مکانیک فرهنگستان علوم در حال انجام است.

۱- استاد گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) . ghaffari@kntu.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران. m.abdollahinia@mail.kntu.ac.ir

### ۱. مقدمه

در فرهنگ لغات آکسفورد واژه فناوری معادل «به‌کارگیری دانش علمی برای مقاصد عملی و کاربردی» معنا شده است. با توجه به این تعبیر، زمانی که علم با عمل در می‌آمیزد، فناوری پدیدار می‌شود (Sheykhan & Bakhtiari- Nejad, 2014). به‌طورکلی، از میان تعاریف فراوانی که برای واژه ترکیبی «تولید فناوری» وجود دارد، یک تعریف نسبتاً مشترک عبارت است از: ارائه نتایج به‌دست آمده از ابداعات فردی یا نوآوری‌های علمی به‌صورت محصولی نو یا خدماتی تازه که قابل عرضه به بازار باشد.

بررسی وضعیت کشورهای مختلف نشان می‌دهد که یک رابطه علّی دوسویه و مستقیم بین رشد و توسعه کشورها و تولید فناوری وجود دارد. هرچه کشوری توسعه یافته‌تر است، تولید فناوری در آن بیشتر است و هرچه تولید فناوری بیشتر باشد، کشور توسعه یافته‌تر است.

در مطالعه حاضر وضعیت تولید فناوری در کشور ایران بررسی و با سایر کشورها مقایسه شده است. این مقاله دارای پنج بخش است. پس از مقدمه، در بخش دوم آمارهای مربوط به وضعیت تولید فناوری در کشور ایران و تعدادی از کشورهای منتخب منطقه و جهان ارائه شده است. در بخش سوم مقاله تجزیه و تحلیل آمارهای ارائه شده و علل وضعیت موجود بیان شده است. بخش چهارم مقاله شامل مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف موجود در کشور از نظر تولید فناوری است. در بخش‌های سوم و چهارم برای ارزیابی وضعیت تولید فناوری در رشته مهندسی مکانیک، به نظرهای اعضای کرسی آینده‌پژوهی، بعضی از اعضای دیگر فرهنگستان علوم، تعدادی از استادان مهندسی مکانیک و بالاخره، جمعی از صاحبنظران صنعتی کشور توجه شده است. در بخش پنجم مقاله نیز جمع‌بندی کلی موضوع صورت گرفته است.

### ۲. وضعیت تولید فناوری در کشور ایران و مقایسه آن با سایر کشورها

در این بخش وضعیت گذشته تا به حال کشور ایران و کشورهای منتخب منطقه و جهان در تولید فناوری بررسی شده است. در پژوهش حاضر به‌منظور مقایسه وضعیت تولید فناوری کشورمان با سایر کشورها، تعداد ۱۸ کشور دیگر به‌عنوان کشورهای منتخب تعریف شده‌اند. از کشورهای پیشرفته صنعتی غربی ۵ کشور آمریکا، آلمان، فرانسه، انگلستان و کانادا، از کشورهای آسیایی پیشرفته و در حال توسعه ۵ کشور ژاپن، چین، هندوستان، کره جنوبی و مالزی، از کشورهای نزدیک و همسایه ایران، ترکیه، عربستان سعودی، روسیه و رژیم اشغالگر و از سایر قاره‌ها نیز برزیل، مکزیک، نیوزلند و استرالیا مجموعه کشورهای منتخب در این پژوهش بودند و سعی شد که داده‌های آماری سال‌های اخیر (تا حد امکان برای یک دوره ۵ ساله ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵) از مراجع شناخته شده بین‌المللی استخراج شوند.

برای ارزیابی فناوری کشورها در سطح بین‌المللی مدل‌های مختلفی ارائه شده است که هر یک دارای شاخص‌هایی هستند (Tabatabaian, 2009). علاوه بر این، مؤسسه مطالعات و تحقیقات

فناوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران یکی از مراکز تحت نظارت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است که شاخص‌هایی را در زمینه سنجش و ارزیابی فناوری و نوآوری معرفی کرده است (Sheykhan & Bakhtiari- Nejad, 2014; Norouzi Chakli et al., 2009). در پژوهش حاضر پس از بررسی شاخص‌های معرفی شده در مطالعات پیشین، سه شاخص اصلی زیر برای تعیین وضعیت کشورها در تولید فناوری انتخاب شدند:

- تعداد سندهای ثبت اختراع؛
- هزینه‌های صرف شده در بخش R&Dدر مقایسه با تولید ناخالص داخلی هر کشور؛
- تعداد نیروی انسانی متخصص فعال در مراکز R&D.

بدین ترتیب، در قسمت ۱.۲. آمار مربوط به وضعیت کشور ایران و کشورهای منتخب از نظر تعداد اختراعات ثبت شده ارائه شده است. در قسمت ۲.۲. آمار مربوط به میزان هزینه‌های صرف شده در کشورها برای تحقیق و توسعه و در قسمت ۳.۲. نیز آمار تقریبی نیروی انسانی متخصص فعال در مراکز تحقیق و توسعه کشورها، به‌ازای هر یک میلیون نفر جمعیت، ارائه شده است.

در این مطالعه قسمت عمده اطلاعات مربوط به ثبت اختراعات از سه مرجع زیر استخراج شده‌اند:

- سازمان مالکیت فکری جهانی[1] که به اختصار WIPO نامیده می‌شود و یکی از ۱۵ آژانس تخصصی سازمان ملل متحد است که از سال ۱۹۶۷ میلادی برای تشویق فعالیت‌های خلاقانه و ترویج روش‌های حفاظت از مالکیت فکری در سرتاسر جهان ایجاد شده است؛
- . دفتر ثبت اختراع و نشان تجاری آمریکا[2] که به اختصار USPTO نامیده می‌شود و از سال ۱۹۷۵ در آمریکا فعالیت می‌کند؛
- دفتر اختراعات اروپا[3] که به اختصار EPO نامیده می‌شود و از سال ۱۹۷۷ فعالیت دارد.

۲-۱. داده‌های آماری ثبت اختراعات

در بررسی پایگاه داده سازمان جهانی مالکیت فکری، WIPO، تعداد اختراعات ثبت شده کشورهای منتخب برای سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی استخراج و مجموع کلی آنها در جدول ۱ ارائه شده است(World Intellectual Property Organizatistics) . این آمار مربوط به داده‌هایی است که هر کشور بر اساس اختراعات ثبت شده در داخل همان کشور در اختیار پایگاه مذکور قرار داده است. بر طبق این آمار تعداد اختراع ثبت شده در داخل کشور ایران در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی ۲۰۲۹۷ مورد بوده است که ۰/۳۵ درصد مجموع اختراعات کشورهای منتخب را شامل می‌شود.

1- WIPO: World Intellectual Property Organization Statistics
2- USPTO: United States Patent & Trademark Office
3- EPO: European Patent Office

در پایگاه سازمان جهانی مالکیت فکری، تعداد اختراعات ثبت شده کشورها در زمینه مهندسی مکانیک به‌صورت صریح و مستقیم ارائه نشده است، اما مطابق آخرین دسته‌بندی مؤسسه فرانه وفر، جدول‌های ۲و۳ درخصوص زمینه‌های مختلف فناوری که در سال ۲۰۰۸ منتشر شده است (Schmoch, 2008)، می‌توان آمار پایگاه WIPO را به تفکیک ۳۵ گروه فناوری استخراج کرد. در جدول ۳ این دسته‌بندی نشان داده شده و ردیف‌های ۲۵ تا ۳۲ آن مربوط به مهندسی مکانیک است. بر این اساس، در جدول ۲ آمار تفکیکی ثبت اختراعات کشورها در سازمان WIPO را مطابق دسته‌بندی مذکور می‌توان مشاهده کرد. در این جدول آمار تفکیکی کشورهایی که تعداد اختراعات آنها کم است (از جمله ایران)، موجود نیست.

**جدول ۱: تعداداختراعات کشورها در WIPO از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی**

| دفتر | رتبه | همه اختراعات (۲۰۱۱-۲۰۱۵) | سهم از کل (٪) | | دفتر | رتبه | همه اختراعات (۲۰۱۱-۲۰۱۵) | سهم از کل (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **کل جهان** | - | **۵۷۳۷۵۰۰** | **۱۰۰** | | مکزیک | ۱۰ | ۵۳۳۶۸ | ۰/۹۳ |
| آمریکا | ۱ | ۱۳۵۴۵۸۰ | ۲۳/۶۱ | | انگلستان | ۱۳ | ۲۹۷۲۲ | ۰/۵۲ |
| ژاپن | ۲ | ۱۲۰۶۶۹۳ | ۲۱/۰۳ | | هندوستان | ۱۶ | ۲۵۰۴۸ | ۰/۴۴ |
| چین | ۳ | ۱۱۸۹۴۵۰ | ۲۰/۷۳ | | نیوزلند | ۱۷ | ۲۴۵۵۰ | ۰/۴۳ |
| کره‌جنوبی | ۴ | ۵۶۷۱۷۶ | ۹/۸۸ | | رژیم اشغالگر | ۱۸ | ۲۰۶۶۳ | ۰/۳۶ |
| روسیه | ۵ | ۱۶۳۱۷۳ | ۲/۸۴ | | ایران | ۱۹ | ۲۰۲۹۷ | ۰/۳۵ |
| کانادا | ۶ | ۱۱۲۳۶۴ | ۱/۹۶ | | برزیل | ۲۱ | ۱۵۴۰۱ | ۰/۲۷ |
| استرالیا | ۷ | ۹۵۱۱۵ | ۱/۶۶ | | مالزی | ۲۴ | ۱۳۰۵۵ | ۰/۲۳ |
| آلمان | ۸ | ۶۶۷۳۴ | ۱/۱۶ | | ترکیه | ۳۵ | ۶۱۰۷ | ۰/۱۰ |
| فرانسه | ۹ | ۵۹۱۱۹ | ۱/۰۳ | | عربستان سعودی | ۴۹ | ۱۸۰۹ | ۰/۰۳ |

**جدول ۲: اختراعات مرتبط با مهندسی مکانیک در WIPO(۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی)**

| دفتر | کل اختراعات (۲۰۱۱-۲۰۱۵) | دفتر | کل اختراعات (۲۰۱۱-۲۰۱۵) | دفتر | کل اختراعات (۲۰۱۱-۲۰۱۵) |
|---|---|---|---|---|---|
| ژاپن | ۲۸۳۴۰۲ | روسیه | ۳۹۳۱۶ | استرالیا | ۱۵۵۳۳ |
| چین | ۲۴۰۹۵۷ | آلمان | ۲۸۶۴۲ | انگلستان | ۷۹۲۸ |
| آمریکا | ۲۰۵۹۱۶ | کانادا | ۲۳۵۲۷ | نیوزلند | ۷۳۳۵ |
| کره‌جنوبی | ۱۲۱۵۱۰ | فرانسه | ۲۲۲۸۳ | برزیل | ۴۷۶۲ |

**جدول ۳: دسته‌بندی سال ۲۰۰۸ WIPO برای فناوری‌های موجود در جهان در رشته‌های مهندسی**

| فناوری‌ها | دسته‌بندی فناوری‌ها با جزئیات بیشتر | |
|---|---|---|
| مهندسی برق | ۱. ماشین‌آلات، دستگاه‌ها و انرژی الکتریکی | 1. Electrical Machinery, Apparatus & Energy |
| | ۲. فناوری صوتی-تصویری | 2. Audio-Visual Technology |
| | ۳. ارتباطات دوربرد | 3. Telecommunication |
| | ۴. ارتباطات دیجیتال | 4. Digital Communication |
| | ۵. فرایندهای پایه‌ای و بنیادی ارتباطی | 5. Basic Communication Processes |
| | ۶. فناوری کامپیوتر | 6. Computer Technology |
| | ۷. روش‌های فناوری اطلاعات برای مدیریت | 7. IT Methods for Management |
| | ۸. نیمه هادی‌ها | 8. Semiconductors |
| ابزارآلات دقیق | ۹. اپتیک و نورشناسی | 9. Optics |
| | ۱۰. اندازه‌گیری | 10. Measurment |
| | ۱۱. تجزیه و تحلیل مواد زیستی و بیولوژیکی | 11. Analysis of Biological Materials |
| | ۱۲. کنترل | 12. Control |
| | ۱۳. فناوری پزشکی | 13. Medical Technology |
| شیمی | ۱۴. شیمی آلی | 14. Organic Fine Chemistry |
| | ۱۵. بیوفناوری | 15. Biotechnology |
| | ۱۶. داروسازی | 16. Pharmaceuticals |
| | ۱۷. شیمی درشت مولکول و پلیمرها | 17. Macromolecular Chemistry, Polymers |
| | ۱۸. شیمی تغدیه | 18. Food Chemistry |
| | ۱۹. شیمی مواد پایه‌ای | 19. Basic Materials Chemistry |
| | ۲۰. مواد و متالورژی | 20. Materials, Metallurgy |
| | ۲۱. فناوری سطح و پوشش‌ها و روکش‌ها | 21. Surface Technology, Coating |
| | ۲۲. ریزساختارها و نانوفناوری | 22. Micro-Structures and Nano-Technology |
| | ۲۳. مهندسی شیمی | 23. Chemical Engineering |
| | ۲۴. مهندسی زیست محیطی | 24. Environmental Engineering |
| مهندسی مکانیک | ۲۵. ابزارآلات دستی | 25. Handling |
| | ۲۶. ابزارالات ماشین | 26. Machine Tools |
| | ۲۷. موتورها، پمپ‌ها و توربین‌ها | 27. Engines, Pumps, Turbines |
| | ۲۸. ماشین‌آلات چاپ، کاغذ و نساجی | 28. Textile and Paper Machines |
| | ۲۹. سایر ماشین‌های مخصوص | 29.Other Special Machines |
| | ۳۰. فرایندها و دستگاه‌های گرمایی | 30. Thermal Processes and Apparatus |
| | ۳۱. اجزای مکانیکی | 31. Mechanical Elements |
| | ۳۲. حمل و نقل | 32. Transport |
| سایر شاخه‌ها | ۳۳. لوازم منزل، بازی‌ها و اسباب بازی‌ها | 33. Furniture, Games |
| | ۳۴. سایر کالاهای مصرفی | 34. Other Consumer Goods |
| | ۳۵. مهندسی شهرسازی و راه و ساختمان | 35. Civil Engineering |

در این قسمت آمار پایگاه داده دفتر ثبت اختراع و نشان تجاری آمریکا (USPTO) ارائه شده است. تعداد کل اختراعات ثبت شده کشورها در کنار اختراعات رشته مهندسی مکانیک، برای دو بازه زمانی؛ یعنی از ابتدای تأسیس تا سال ۲۰۱۵ و در فاصله ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی در جدول ۴ ارائه شده است (United States Patent and Trademark Office Statistics). رتبه کلی هر کشور نیز بر اساس تعداد کل اختراعات ثبت شده از ابتدای تأسیس این دفتر تعیین شده است. مطابق این آمار، تعداد اختراعات ثبت شده کشور ایران در دفتر ثبت اختراعات امریکا از ابتدای تأسیس دفتر تا سال ۲۰۱۵ میلادی ۲۱۹ مورد و در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی ۱۳۱ مورد بوده است.

**جدول ۴: تعداد اختراعات کشور ایران و سایر کشورها در USPTO**

| کشور | تمام زمینه‌ها | | | مهندسی مکانیک | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | رتبه کلی | کل اختراعات از تأسیس تا سال ۲۰۱۵ | اختراعات سال‌های (۲۰۱۱-۲۰۱۵) | رتبه کلی | کل اختراعات از تأسیس تا سال ۲۰۱۵ | اختراعات سال‌های (۲۰۱۱-۲۰۱۵) |
| **کل جهان** | - | ۶۱۲۲۲۶۶ | ۱۳۵۴۵۷۹ | - | ۱۱۱۶۵۹۵ | ۳۴۷۶۸۳ |
| آمریکا | ۱ | ۳۳۷۷۲۴۹ | ۶۴۸۸۳۱ | ۱ | ۶۰۸۵۹۲ | ۱۸۳۱۳۸ |
| ژاپن | ۲ | ۱۰۶۱۱۷۰ | ۲۵۴۹۹۲ | ۲ | ۱۷۰۳۶۴ | ۵۲۳۲۴ |
| آلمان | ۳ | ۴۰۸۷۹۱ | ۷۴۳۵۱ | ۳ | ۸۷۸۸۶ | ۲۶۹۹۴ |
| انگلستان | ۴ | ۱۶۵۲۶۹ | ۲۸۲۱۴ | ۷ | ۲۴۱۶۳ | ۸۲۵۷ |
| فرانسه | ۵ | ۱۵۳۹۸۰ | ۲۹۲۵۷ | ۶ | ۲۶۳۴۰ | ۸۷۴۴ |
| کره‌جنوبی | ۶ | ۱۵۲۸۳۵ | ۷۴۴۳۶ | ۸ | ۱۹۷۵۶ | ۸۱۶۰ |
| کانادا | ۸ | ۱۲۴۰۰۸ | ۳۱۱۸۰ | ۵ | ۲۸۲۷۶ | ۸۲۲۲ |
| چین | ۱۳ | ۳۸۲۷۲ | ۲۹۰۹۱ | ۱۳ | ۷۷۴۵ | ۳۵۷۳ |
| رژیم اشغالگر | ۱۴ | ۳۴۵۹۵ | ۱۴۵۶۷ | ۱۵ | ۶۱۶۶ | ۵۰۳۱ |
| استرالیا | ۱۵ | ۳۱۸۳۹ | ۸۳۹۷ | ۱۱ | ۱۱۰۶۷ | ۲۵۸۹ |
| هندوستان | ۱۹ | ۱۷۱۹۵ | ۱۱۶۹۱ | ۲۸ | ۱۱۲۴ | ۴۷۳ |
| روسیه | ۲۷ | ۴۸۰۷ | ۱۹۳۰ | ۲۹ | ۱۰۰۱ | ۵۴۰ |
| نیوزلند | ۲۸ | ۴۰۶۹ | ۱۱۷۹ | ۲۴ | ۱۳۵۹ | ۷۹۲ |
| برزیل | ۲۹ | ۳۶۹۴ | ۱۳۲۲ | ۲۵ | ۱۳۳۹ | ۳۴۰ |
| مکزیک | ۳۱ | ۳۳۸۱ | ۷۱۱ | ۳۰ | ۸۰۶ | ۲۸۳ |
| مالزی | ۳۲ | ۲۴۰۷ | ۱۱۰۰ | ۳۲ | ۴۱۸ | ۱۵۶ |
| عربستان سعودی | ۳۶ | ۱۴۵۳ | ۱۱۲۲ | ۳۳ | ۳۹۵ | ۲۸۲ |
| ترکیه | ۴۵ | ۶۲۳ | ۳۶۸ | ۴۰ | ۲۳۴ | ۱۵۳ |
| ایران | ۶۰ | ۲۱۹ | ۱۳۱ | ۶۱ | ۴۸ | ۴۶ |

در ادامه آمار مربوط به دفتر اختراعات اروپا ارائه شده است. در جدول ۵ آمار اختراعات ثبت شده کشورهای منتخب در این سازمان برای سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ نشان داده شده است (European Patent Office Statistics). در سازمانEPO وضعیت ثبت اختراعات کشور ایران به‌مراتب ضعیف‌تر از دو پایگاه قبلی است.

**جدول ۵: تعداد اختراعات کشور ایران و سایر کشورها در EPO از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ میلادی**

| کشور | رتبه | کل اختراعات (۲۰۱۱-۲۰۱۶) |
|---|---|---|
| آمریکا | ۱ | ۹۴۲۴۹ |
| آلمان | ۲ | ۸۶۲۴۶ |
| ژاپن | ۳ | ۷۳۷۲۸ |
| فرانسه | ۴ | ۳۱۷۰۲ |
| انگلستان | ۷ | ۱۳۱۲۷ |
| کره‌جنوبی | ۸ | ۱۲۲۹۲ |
| چین | ۱۱ | ۷۳۵۰ |
| کانادا | ۱۳ | ۵۱۲۴ |
| رژیم اشغالگر | ۱۹ | ۲۴۳۱ |
| استرالیا | ۲۰ | ۲۰۰۸ |
| هندوستان | ۲۴ | ۱۰۱۱ |
| ترکیه | ۲۵ | ۹۹۶ |
| برزیل | ۳۰ | ۴۶۸ |
| روسیه | ۳۱ | ۴۱۷ |
| نیوزلند | ۳۷ | ۳۱۵ |
| عربستان سعودی | ۳۹ | ۲۵۴ |
| مکزیک | ۴۲ | ۱۸۹ |
| مالزی | ۴۶ | ۱۳۲ |
| ایران | ۹۰ | ۵ |

آمار تفکیکی دفتر EPO برای اختراعات مرتبط با مهندسی مکانیک نیز در جدول ۶ ارائه شده است. این آمار برای تعداد زیادی از کشورهای جهان به‌صورت مجزا موجود نبود و وضعیت تمام این کشورها در یک سطر جدول ۶ به‌صورت کلی ارائه شده است. درواقع، این کشورها فعالیت اندکی در ثبت اختراعات در دفتر EPO داشته‌اند.

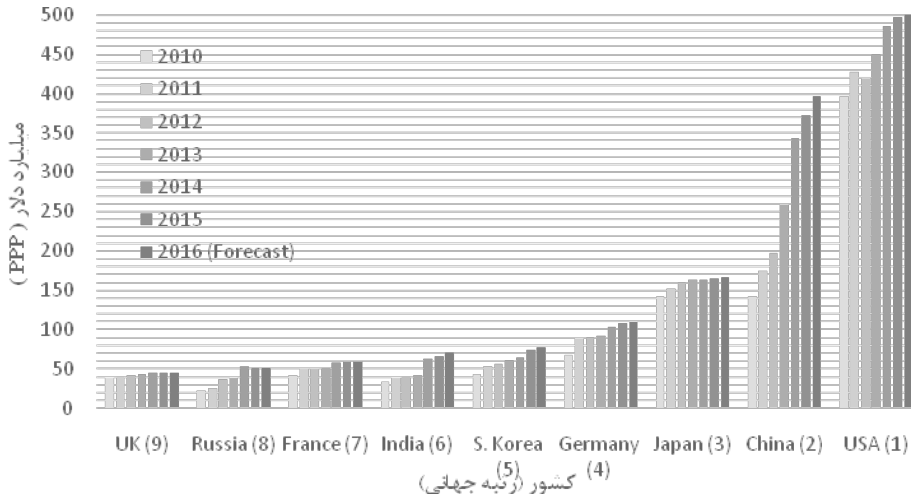
**جدول ۶: اختراعات حوزه مهندسی مکانیک در EPO از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ میلادی**

| کشور | رتبه | اختراعات مهندسی مکانیک (۲۰۱۱-۲۰۱۶) |
|---|---|---|
| آلمان | ۱ | ۴۹۸۹۲ |
| ژاپن | ۲ | ۳۶۲۱۹ |
| آمریکا | ۳ | ۳۶۰۷۱ |
| فرانسه | ۴ | ۱۵۱۴۱ |
| انگلستان | ۷ | ۵۸۰۴ |
| کره‌جنوبی | ۱۰ | ۴۲۶۱ |
| **سایر کشورهای کم فعالیت** | **۱۳** | **۲۱۴۶** |
| چین | ۱۶ | ۱۵۳۵ |
| کانادا | ۱۸ | ۱۳۷۴ |
| رژیم اشغالگر | ۲۰ | ۹۶۱ |
| استرالیا | ۲۱ | ۸۵۰ |
| ترکیه | ۲۴ | ۵۲۵ |

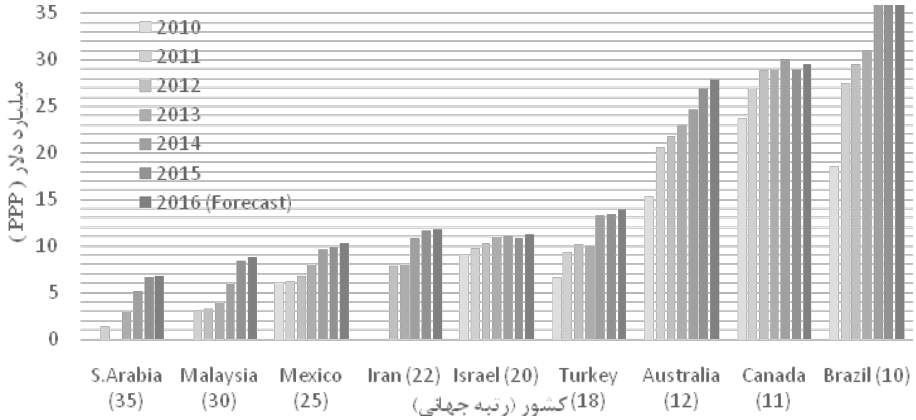
۲-۲. داده‌های آماری هزینه تحقیق و توسعه

در این قسمت داده‌های آماری هزینه‌های انجام شده کشورها در بخش تحقیق و توسعه ارائه شده است. در سال‌های اخیر، مجله تحقیق و توسعه[1] با همکاری سازمان‌هایی نظیر صندوق بین‌المللی پول و بانک جهانی و همچنین مؤسسه تحقیقات صنعتی[2] و مجله مدیریت پژوهش و فناوری[3]، سالنامه‌ای را با عنوان «پیش‌بینی تأمین بودجهٔ جهانی تحقیق و توسعه[4]» منتشر کرده‌اند (Global R&D Funding Forecast, R & D Magazine, 2010-2016). با بررسی نسخه‌های منتشر شده در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ از این سالنامه، هزینه کلی تحقیق و توسعه[5] کشورها (به اختصار GERD) استخراج شده است. در نمودار ۱ و ۲ وضعیت هزینه کشورهای منتخب (به استثنای کشور نیوزلند) در دو مقیاس، جدا و بر حسب شاخص برابری قدرت خرید[6] نشان داده شده است.

1- R&D Magazine
2- IRI: Industrial Research Institute
3- RTM: Research-Technology Management
4- Global R&D Funding Forecast
5- GERD: Gross Expenditure on R&D
6- PPP: Purchasing Power Parity



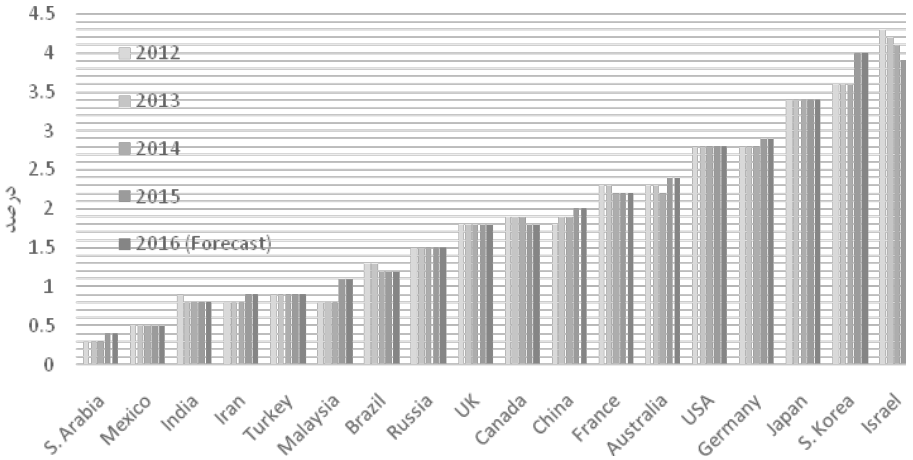

**نمودار ۱: هزینه صرف شده برای تحقیق و توسعه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ (نمای اول)**




**نمودار ۲: هزینه صرف شده برای تحقیق و توسعه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ (نمای دوم)**

در نمودار ۳ درصد سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی کشورها ارائه شده است. این شاخص اصطلاحاً شدت تحقیق و توسعه[1] نام دارد. مطابق این آمار میانگین هزینه سالانه تحقیق و توسعه در کشور ایران در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی نزدیک به ۱۰ میلیارد دلار و رتبه کشور در سطح جهان ۲۲ بوده است.

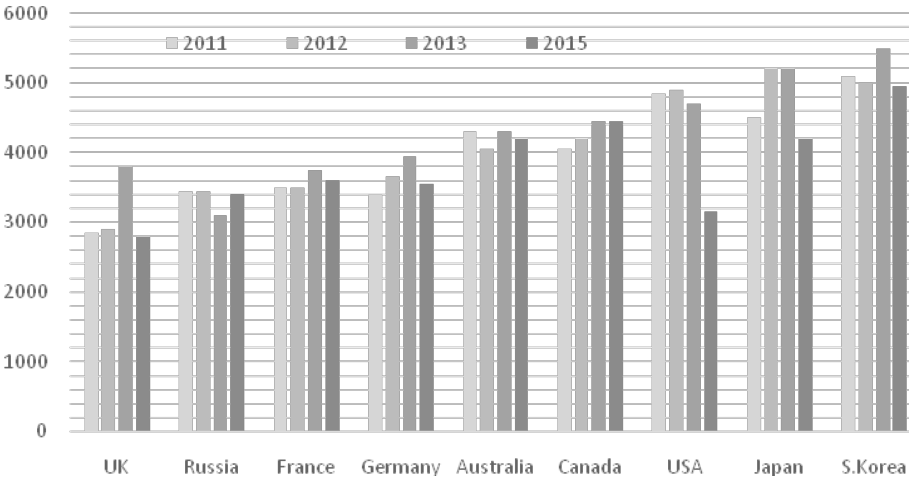
1- R&D Intensity



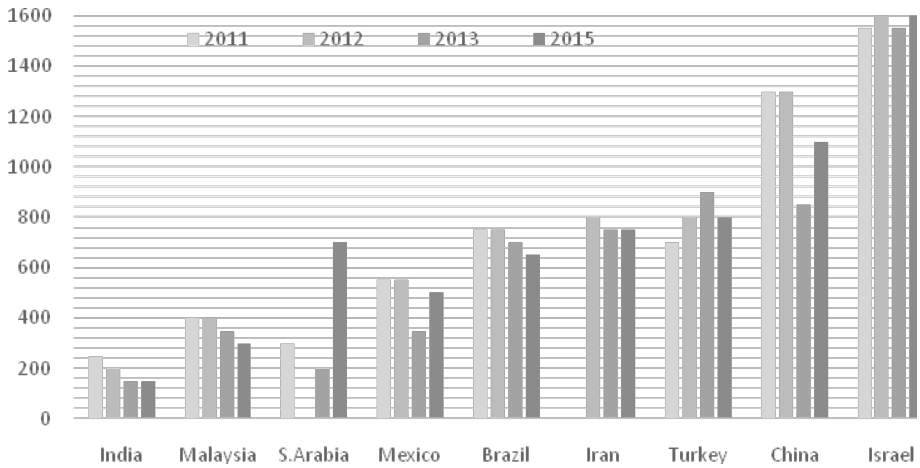

**نمودار ۳: درصد تولید ناخالص داخلی هزینه شده برای تحقیق و توسعه از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ میلادی**

۲-۳. داده‌های آماری نیروی انسانی بخش تحقیق و توسعه

در سالنامه‌های مجله تحقیق و توسعه، آمار تعداد نیروهای متخصص فعال در مراکز R&Dنیز برای کشورهای مختلف ارائه شده است. نمودارهای ۴ و ۵ مربوط به کشورهای منتخب و کشور ایران (در دو نما با مقیاس‌های مختلف) است. در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی میانگین تعداد افراد ایرانی فعال در تحقیق و توسعه بیش از ۷۵۰ نفر به‌ازای هر یک میلیون نفر جمعیت بوده است.




**نمودار ۴: تعداد تقریبی نیروی متخصص R&D در هر ۱ میلیون نفر (نمای اول)**




**نمودار ۵: تعداد تقریبی نیروی متخصص R&D در هر ۱ میلیون نفر (نمای دوم)**

### ۳. ارزیابی وضعیت فناوری

در این بخش ابتدا وضعیت اختراعات ثبت شده ایرانی‌ها در داخل و خارج کشور بر اساس آمار ارائه شده ارزیابی و سپس، بودجه‌های پژوهش بررسی و در ادامه وضعیت نیروی انسانی فعال در تحقیق و توسعه بیان شده است.

۳-۱. ارزیابی اختراعات ثبت شده

ابتدا اختراعات ثبت شده در داخل کشور ارزیابی می‌شود. مطابق آمار ارائه شده سازمان مالکیت فکری جهان (WIPO)، تعداد کل اختراعات ثبت شده در دفتر ایران در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی برابر با ۲۰۲۹۷ مورد (با میانگین سالانه ۴۰۵۰ مورد) بوده است. در نگاه اول، این تعداد از اختراعات و رتبه جهانی ۱۹ نشان‌دهنده جایگاه جهانی مطلوبی برای کشور ایران است. اما باید توجه داشت که این آمار مربوط به ثبت اختراعات داخل ایران در دوره‌ای است که نظارت‌های لازم بر روند ثبت اختراعات معمول نبوده است و درخصوص ارزش کیفی و قابلیت تبدیل اختراعات ثبت شده به محصولات فناورانه، که مورد پذیرش بازار باشد، تردید جدی وجود دارد. حتی اگر بپذیریم که آمارهای مربوط به اختراعات ثبت شده داخل کشور درست هستند و از نظر کیفی نیز این اختراعات ارزشمندند و قابلیت تبدیل به محصولات فناورانه را دارند، این واقعیت که نشانه‌های بسیار اندکی از ابداعات ایرانی‌ها، چه در بازار مصرف و چه در بازار صنعت، وجود دارد، بیان کننده آن است که ساختارهای مدیریتی و حمایتی لازم برای پیگیری و طی کردن مراحل تبدیل ایده‌ها و تازه‌های علمی به محصولات فناورانه در کشور وجود ندارد یا آنها وظایف خود را به درستی انجام نمی‌دهند.

در ادامه، وضعیت اختراعات ثبت شده ایران در پایگاه‌های بین‌المللی شامل دو پایگاه ثبت اختراعات امریکا و اروپا ارزیابی شده است. در پایگاه ثبت اختراعات آمریکا (USPTO) از ابتدای تأسیس در سال ۱۹۷۵ تا سال ۲۰۱۵، بیش از ۶/۱ میلیون اختراع به ثبت رسیده که بیش از ۱/۱ میلیون از این تعداد مربوط به مهندسی مکانیک است. کشور ایران در این دوره ۴۰ ساله با تعداد کلی ۲۱۹ اختراع در رتبه جهانی ۶۰ قرار دارد. در زمینه مهندسی مکانیک نیز تعداد کلی اختراعات ثبت شده ایران برابر ۴۸ مورد است و جایگاه ۶۱ را دارد.

بررسی وضعیت اختراعات ثبت شده کشورها در دفتر ثبت اختراعات اروپا (EPO) در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ نیز نشان می‌دهد که تعداد اختراعات ثبت شده کشور ایران در این پایگاه ناچیز بوده است و رتبه جهانی ۹۰ را دارد.

این آمارها نشان می‌دهد که از نظر تولید فناوری، کشور ما در زمره کشورهایی قرار دارد که نه تنها صاحب فناوری نیستند، بلکه با توجه به نرخ نامحسوس رشد ثبت اختراعات در پایگاه‌های بین‌المللی در طی سال‌های اخیر، به نظر می‌رسد که یا برنامه‌ای برای حل این چالش وجود ندارد یا برنامه‌های موجود کارایی ندارند.

۳-۲. ارزیابی بودجه تحقیق و توسعه

آمار موجود از نظر بودجه صرف شده کشورها در بخش تحقیق و توسعه در فاصله سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی (نمودارهای ۱ و ۲) نشان می‌دهد که کشور ایران با میانگین تقریبی ۱۰ میلیارد دلار (با شاخص برابری قدرت خرید)، در جایگاه ۲۲ جهان و سوم خاور میانه قرار دارد. این مبلغ در حدود ۰/۸۵ تا ۰/۹ درصد از تولید ناخالص داخلی ایران در بازه زمانی مذکور است. این آمار با آمارهای قانون بودجه و همچنین با آمارهایی که مسئولان کشور در حوزه پژوهش، برای همان مقاطع زمانی، ارائه کرده‌اند، مغایرت دارد.

طبق آمارهای قانون بودجه در سال‌های مذکور (۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶) و سال‌های قبل از آن و سال‌های پس از آن، رقم نسبت بودجه پژوهش به تولید ناخالص داخلی همواره حدود ۰/۵ درصد یا کمتر بوده است (News Website of Mashreghnews).

ارقام تخصیص یافته کشور به تحقیق و توسعه عمدتاً مربوط به بودجه تکلیفی قانون بودجه برای وزارتخانه‌ها و واحدهای بزرگ صنعتی است که بجز در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، عملاً صرف فعالیت‌های پژوهشی و فناوری نمی‌شود. به همین دلیل است که تقریباً تمام تولیدات علمی و پژوهشی کشور حاصل فعالیت دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور است که سهم اندکی از مجموع بودجه رسمی تحقیق و توسعه را دارند. این در حالی است که سایر وزارتخانه‌های صنعتی و بسیاری از واحدهای بزرگ صنعتی کشور که قسمت عمده بودجه‌های پژوهشی مربوط به

آنهاست، تقریباً هیچ دستاورد فناوری یا نوآوری قابل عرضه‌ای در عرصه‌های داخلی و جهانی ندارند.

۳-۳. ارزیابی نیروی انسانی

از نظر نیروی انسانی متخصص فعال در مراکز تحقیق و توسعه نیز در میان ۱۹ کشور منتخب، به ترتیب کشورهای کره جنوبی، ژاپن، آمریکا، کانادا، استرالیا، آلمان، فرانسه، روسیه و انگلستان بیشترین نسبت نیروی انسانی متخصص به جمعیت را دارند (تقریباً بین ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ نفر در هر ۱ میلیون نفر جمعیت). در حالی‌که این رقم برای سایر کشورهای مورد بررسی حدود ۲۰۰ تا ۱۶۰۰ نفر است. کشور ایران در میان این ۱۹ کشور در جایگاه پانزدهم قرار دارد و میانگین تقریبی نیروی انسانی متخصص آن حدود ۷۵۰ نفر در هر ۱ میلیون نفر است. این مقایسه نشان می‌دهد که تعداد نیروی انسانی متخصص فعال در مراکز R&D در کشور ایران حدود یک‌پنجم کشورهای پیشرفته است.

۳-۴. بررسی نقاط قوت و ضعف تولید فناوری

آمارها و ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که کشور ما از نظر تولید فناوری با چالشی جدی روبه‌روست. در این بخش علل این امر بررسی و با این پرسش شروع می‌شود که چرا کشور ایران در تولید فناوری ناتوان است؟ برای تحلیل این مسئله ابتدا مهم‌ترین پیش‌نیازهای تولید فناوری بیان و سپس، نقاط قوت و ضعف کشور در آنها بررسی شده است. مهم‌ترین پیش‌نیازهای تولید فناوری را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

**الف. فرهنگ سازی و تبیین اهمیت تولید فناوری برای آینده کشور؛**

**ب. داشتن عزم ملی و مشخص بودن راهبردها، اهداف و برنامه‌های آینده تولید فناوری همراه با وجود جوّی روشن از آینده کشور؛**

**پ. فراهم بودن نیروی انسانی دانش‌آموخته و آماده کار در کنار متخصصان با تجربه؛**

**ت. تأمین بودجه و امکانات مالی؛**

**ث. فراهم بودن آزمایشگاه‌های پژوهشی مجهز به تجهیزات روز در صنعت و دانشگاه؛**

**ج. داشتن ارتباط جهانی با مراکز بین‌المللی تحقیق و توسعه و مراکز فناوری؛**

**ج. امکان تهیه و تأمین نیازهای مرتبط با تولید فناوری از بازارهای داخلی و خارجی؛**

**ح. وجود زیرساخت‌های لازم برای طی مراحل تبدیل ایده‌ها و خلاقیت‌های فکری تا محصول قابل عرضه به بازار مصرف یا قابل ارائه به بخش‌های صنعتی و خدماتی.**

در حال حاضر، از مجموعه موارد مذکور، دو مورد را می‌توان به‌عنوان نقاط قوت کشور برشمرد: ۱. نیروی انسانی دارای مدارک دانشگاهی و آماده کار که باید متناسب با نیازهای فناوری، آموزش‌های تخصصی لازم را ببینند (بند پ)؛ ۲. اقدامات معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری برای حمایت از

ایده‌پردازان و نوآوران (بند ح).

درخصوص نیروی انسانی دانشگاهی نیز حجم عظیم دانش‌آموختگان مهندسی در کشور نقطه قوتی است که با مدیریت نامناسب و بیکاری بخش بزرگی از دانش‌آموختگان به تهدیدی جدی برای کشور و فرصتی برای سایر کشورها تبدیل شده است.

علی‌رغم فراوانی دانش‌آموختگان آماده کار، به‌ویژه در رشته‌های مهندسی، به‌دلیل فقر شدید دانشگاه‌ها از نظر امکانات و تجهیزات آموزشی و پژوهشی و نیز کاهش حضور دانشجویان در فعالیت‌های کارگاهی و آزمایشگاهی، بیشتر آنها از کسب تجارب عملی لازم در طی تحصیل برخوردار نیستند، بدین دلیل که در بیشتر پایان‌نامه‌های دانشگاهی به‌جای اجرای پروژه‌های کاربردی و تولید نمونه‌های اولیه محصولات فناوری یا حل مشکلات واقعی صنعت، به مباحث نظری و شبیه‌سازی‌های نرم‌افزاری بسنده می‌شود.

درخصوص سایر بندهای یادشده، وضعیت کشور نابسامان و نامطلوب است. از اولین بند پیش‌نیازهای تولید فناوری؛ یعنی فرهنگ‌سازی و تبیین اهمیت تولید فناوری شروع کنیم. اصولاً مقوله تولید فناوری در کشور ما به باور عمومی تبدیل نشده است. در کشورهای پیشرفته صنعتی و در حال توسعه، دانشگاه‌ها مسئولیت تولید علم را بر عهده دارند که ارزش معنوی دارد، ولی عموماً به‌طور مستقیم تولید ثروت نمی‌کند. تولید فناوری در این کشورها بر عهده شرکت‌های بزرگ صنعتی و خدماتی است که قادرند در تولید فناوری سرمایه‌گذاری و از فناوری‌های تولید شده ثروت کسب کنند. آن‌ها برای تبدیل تازه‌های علوم به فناوری علاوه بر تولید فناوری در مراکز تحقیق و توسعه خود، از دانشگاه‌ها نیز به‌طور گسترده حمایت مالی می‌کنند. دانشگاه‌ها بر پایه نوآوری‌های علمی خود، نمونه‌های اولیه محصولات فناورانه را تولید می‌کنند و در اختیار صنعت قرار می‌دهند تا به محصول نهایی تبدیل و به بازار عرضه شود. بدین ترتیب، پیوندی منطقی و مبتنی بر نیازهای صنعت و دانشگاه بین این دو نهاد وجود دارد.

درکشور ما، بجز در برخی صنایع دفاعی و فضایی و طیف کوچکی از سایر صنایع، تولید فناوری هرگز در اولویت مدیران صنعت قرار نداشته است و رسالتی نیز از این نظر برای خود قائل نبوده‌اند و نیستند. با نگاهی به وضعیت صنایع مختلف نظیر صنعت خودروسازی کشور با بیش از ۵۰ سال قدمت و وضعیت اسفبار فعلی آن، صنعت نابود شده لوازم خانگی با آن پیشینه ارزشمند و درخشان، صنعت کفش با آن گذشته پر تلاش و موفق، صنعت نساجی با قدمت ۱۰۰ ساله که روزگاری مایه افتخار کشور بوده است و نیز بسیاری از صنایع دیگر، به این نتیجه می‌رسیم که در کنار سایر جنبه‌های سوء مدیریت، از مهم‌ترین علل این وضعیت، فاصله محصولات تولیدی با دانش و فناوری روز است. دنیای امروز دنیای تغییر و تحول است. در این دنیا صنایعی که نتوانند نوآوری داشته باشند و خود را با پیشرفت فناوری هماهنگ کنند، محکوم به نابودی‌اند.

گرچه تلاش‌های معاونت فناوری ریاست جمهوری در سال‌های اخیر و حمایت این نهاد از ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان و پشتیبانی از آنها می‌تواند در صورت تداوم، به‌تدریج بخشی از ضعف کشور در تولید فناوری را جبران سازد، ولی ابعاد مسئله به‌گونه‌ای است که برای رسیدن به شرایط قابل قبول باید در طرز تفکر و شیوه عملکرد مدیران دولتی و متولیان صنعت کشور تحولی اساسی به‌وجود آید که تولید فناوری را به‌عنوان یک ضرورت حتمی و برنامه راهبردی بپذیرند و تمام دستگاه‌ها و نهادهای صنعتی، خدماتی، علمی و دانشگاهی نیز در تبیین روش تأمین پیش‌نیازهای تولید فناوری و اجرای آن همکاری کنند.

### ۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به آمار و با مقایسه وضعیت فناوری کشور در تمام حوزه‌ها و به‌ویژه در مهندسی (مکانیک) با مجموعه‌ای از سایر کشورها شامل کشورهای پیشرفته صنعتی و در حال توسعه، نشان داده شد که شرایط کشور ما در تولید فناوری مناسب نیست.

در زمینه ثبت اختراعات جهانی، تعداد اختراعات ثبت شده کشور ایران در مقایسه با سایر کشورها بسیار ناچیز است. این امر به منزله آن است که سهم کشور ما از تولید ثروت و قدرت ناشی از تولید فناوری بسیار اندک است.

در بحث بودجه تحقیق و توسعه، علی‌رغم آنکه در دوره زمانی مورد بررسی مبالغ چشمگیری، از نظر آماری، به این امر اختصاص یافته است، به نظر می‌رسد که این مبالغ در مسیر مناسبی هزینه نمی‌شوند. شاهد این امر آن است که گرچه اکثریت طیف پژوهشگران در دانشگاه‌های کشور حضور دارند، کل بودجه‌های پژوهشی دانشگاه‌ها در دوره زمانی مورد بررسی حتی به ده درصد ارقام بودجه‌های آماری نیز نمی‌رسد.

از نظر تعداد نیروی متخصص و محققان فعال در پژوهش و توسعه فناوری نیز سهم کشور ما حدود یک‌پنجم کشورهای پیشرفته و در حال توسعه جهان است که این تعداد نیز عملاً شامل اکثریت اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها می‌شود که فعالیت‌های پژوهشی دارند.

در مجموع، مهم‌ترین چالش‌های کشور در امر تولید فناوری، که نیازمند چاره‌اندیشی جدی است، عبارت‌اند از:

الف. بی‌توجهی به اهمیت تولید فناوری و نقش آن در توسعه کشور؛

ب. نبود زیرساخت‌های لازم برای تبدیل ایده‌ها به محصولات فناورانه؛

پ. اختصاص اندک بودجه و امکانات به تحقیق و توسعه؛

ت. هزینه شدن بودجه‌های اندک در ردیف‌های غیر پژوهشی؛

ث. کمبود شدید امکانات و تجهیزات آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها در دانشگاه‌ها؛

ج. نبود ارتباط کافی با مراکز فناوری و تحقیق و توسعه جهانی؛
چ. آشنایی مختصر دانشجویان با صنعت کشور در طول تحصیل.

## References


- European Patent Office Statistics, Available at: https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics
- Global R&D Funding Forecast, R&D Magazine, (2010-2016). Available at: https://www.rdmag.com
- News Website of Mashreghnews: https://www.mashreghnews.ir/news/579974
- Norouzi Chakli, A., Hasanzadeh, M., & Noormohammadi, H. A. (2009). *Evaluation of science, technology and innovation (International concepts and indicators)*. *National Research Institute for Science Policy of Iran* [in Persian].
- Schmoch, U. (2008). *Concept of a technology classification for country comparisons*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- Sheykhan, N., & Bakhtiari-Nejad, F. (2014). Cognitive role of technology evaluation indexes in engineering education development. *Iranian Journal of Engineering Education*, (16)63, 25-38 [in Persian].
- Tabatabaian, S.H. (2009). *Evaluation of current and desired status of technology in Iran*. University Publication Center [in Persian].
- United States Patent and Trademark Office Statistics, Available at: https://www.uspto.gov
- World Intellectual Property Organization Statistics, Available at: http://ipstats.wipo.int/ipstatv2/index.htm

◄ **علی غفاری:** دوره کارشناسی مهندسی مکانیک را در دانشگاه صنعتی شریف، کارشناسی ارشد را در انیستیتو تکنولوژی جورجیا، و دکترای مهندسی مکانیک را در دانشگاه کالیفرنیا برکلی گذراند و در سال ۱۹۷۸ میلادی از این دانشگاه دانش آموخته شد. وی استاد مهندسی مکانیک در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است و در زمینه‌های کنترل و سیستم‌های دینامیکی، رباتیک، سیستم‌های هوشمند و مهندسی زیست فعالیت می‌کند. نامبرده از دانش‌آموختگان برگزیده در ۵۰ سال فعالیت دانشگاه صنعتی شریف، استاد نمونه کشوری منتخب وزارت علوم و استاد برجسته مهندسی مکانیک منتخب فرهنگستان علوم است.

◄ **مسعود عبداللهی نیا:** در حال حاضر دانشجوی دوره دکتری مهندسی مکانیک، گرایش دینامیک و کنترل در دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی است. حوزه پژوهشی وی، خودروهای هوشمند و خودران است. ایشان در سال ۱۳۹۱ مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی مکانیک از دانشگاه تهران و در سال ۱۳۹۴ نیز، مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته‌ی مهندسی مکانیک، گرایش طراحی کاربردی از دانشگاه صنعتی شریف اخذ کرده است.