

The Role of Science and Technology in Strengthening National Power and Global Credibility

Faezeh Moosavi-Movahedi¹, Ali A. Moosavi-Movahedi^{1,2}, Reza Yousefi^{*,1}

Article Info

Article type:

Popularization of Science

Article history:

Receive Date:

02 January 2026

Revise Date:

12 February 2026

Accept Date:

14 February 2026

Available online:

6 May 2026

Keywords:

Science and technology
hard power
soft power
smart power
national branding
science diplomacy
geopolitical power

Science and technology in the modern era are among the fundamental pillars of national power and diplomacy and constitute some of the most valuable assets of nations. Science seeks to achieve an accurate, systematic, and reproducible understanding of the world, whereas technology transforms this knowledge into practical and purposeful tools and solutions. Moreover, these two domains reinforce each other through a dynamic and synergistic cycle: scientific advances lead to the development of new technologies, while technological innovation, by providing more precise tools, enables the expansion and deepening of scientific knowledge. Examples such as the transition from quantum physics to the invention of the transistor and modern computers, as well as the discovery of the structure of DNA and the subsequent development of biotechnology, clearly demonstrate how fundamental knowledge can be transformed into economic and social power. Science and technology simultaneously strengthen both hard power and soft power, thereby contributing to the formation of smart power. Countries often leverage science and technology when seeking to rebuild their national brand, enhance their international credibility, or establish a stronger position in economic and geopolitical competition. Investment in education and research, scientific infrastructure, and science and technology diplomacy can gradually transform scientific achievements into cultural attractiveness, political and social influence, and a source of national pride.

Cite this article: Moosavi-Movahedi, Faezeh; Moosavi-Movahedi, Ali A.; Yousefi, Reza. (2026). The Role of Science and Technology in Strengthening National Power and Global Credibility. *Science Cultivation*, 16 (1).39-48.



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights.

Publisher: Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran (FAST-IRAN) and Iran Society of Biophysical Chemistry (ISOBC)

* Corresponding Author. Professor. Tel: +982161113378, Fax: +982166404680, E-mail: Yousefi.reza@ut.ac.ir

¹ Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

² Division of Chemistry, Academy of Sciences I.R. Iran, Tehran, Iran

جایگاه علم و فناوری در تقویت قدرت ملی و اعتبار جهانی

فائزه موسوی موحدی^۱، علی اکبر موسوی موحدی^۲، رضا یوسفی^{۱*}

چکیده

علم و فناوری در عصر جدید از پایه‌های اصلی اقتدار ملی و دیپلماسی و از ارزشمندترین سرمایه‌های کشورها به شمار می‌آیند. علم در پی شناخت دقیق، نظام‌مند و قابل تکرار جهان است، درحالی که فناوری این دانش را به ابزارها و راهکارهای عملی و هدفمند تبدیل می‌کند. همچنین این دو در چرخه‌ای پویا و هم‌افزا، یکدیگر را تقویت می‌کنند به طوری که پیشرفت‌های علمی به شکل‌گیری فناوری‌های نوین می‌انجامد و ایجاد فناوری نیز با فراهم کردن ابزارهای دقیق‌تر، امکان گسترش و تعمیق علم را فراهم می‌سازد. نمونه‌هایی مانند گذار از فیزیک کوانتومی به اختراع ترانزیستور و رایانه‌های مدرن و نیز کشف ساختار DNA و توسعه زیست‌فناوری به روشنی نشان می‌دهند که چگونه دانش‌بنیادی می‌تواند به قدرت اقتصادی و اجتماعی تبدیل شود. علم و فناوری به طور هم‌زمان قدرت سخت و قدرت نرم را تقویت می‌کنند و قدرت هوشمند را شکل می‌دهند. کشورها معمولاً زمانی از علم بهره می‌گیرند که بخواهند برند ملی خود را بازسازی کنند، اعتبار بین‌المللی‌شان را افزایش دهند یا در رقابت‌های اقتصادی-ژئوپلیتیک جایگاه تازه‌ای بسازند. سرمایه‌گذاری در آموزش و پژوهش، زیرساخت علمی، دیپلماسی علمی و فناوری به تدریج می‌تواند پیشرفت‌های علمی را به جذابیت فرهنگی، نفوذ سیاسی، اجتماعی و غرور ملی تبدیل کند.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله ترویجی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت

۱۲ دی ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری:

۲۳ بهمن ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش:

۲۵ بهمن ۱۴۰۴

تاریخ انتشار

۱۶ اردیبهشت ۱۴۰۵

کلیدواژه‌ها:

علم و فناوری

قدرت نرم

قدرت سخت

برندسازی ملی

اقتدار

توسعه

استناد: موسوی موحدی، فائزه؛ موسوی موحدی، علی اکبر؛ یوسفی، رضا. (۱۴۰۵). جایگاه علم و فناوری در تقویت قدرت ملی و اعتبار جهانی. *نشاء علم*، ۱۶ (۱)، ۳۹-۴۸.



ناشر: بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران و انجمن بیوشیمی فیزیک ایران

© نویسندگان حق نشر و کلیه حقوق انتشار را برای خود حفظ می‌کنند.

* عهده‌دار مکاتبات: استاد. تلفن: ۶۱۱۱۳۳۷۸ (+۹۸۲۱)، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰ (+۹۸۲۱)، آدرس الکترونیکی: Yousefi.reza@ut.ac.ir

^۱ مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۲ شاخه شیمی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، تهران، ایران

۱. تعریف علم و فناوری

علم، تلاش سازمان‌یافته انسان برای شناخت جهان است که می‌تواند شامل پدیده‌های طبیعی یا نظام‌های ساخته‌شده بشر، مانند ساختارهای اجتماعی و اقتصادی باشد. این شناخت از طریق مشاهده دقیق، اندازه‌گیری‌های کنترل‌شده و تحلیل منطقی شواهد علمی شکل می‌گیرد. علم فرایندی خوداصلاح‌شونده است و ویژگی آن تکرارپذیری است. نظریه‌ها و مدل‌ها، ابزارهایی برای توضیح و پیش‌بینی پدیده‌ها هستند که با ظهور شواهد جدید، این مدل‌ها یا اصلاح می‌شوند یا جای خود را به تبیین دقیق‌تری می‌دهند. بنابراین، علم یک نظام پویاست و پیوسته در حال ساختن، آزمودن و نزدیک شدن به الگوهای بنیادین است که رفتار جهان را شکل می‌دهد [۱، ۲].

فناوری فرایند تبدیل دانش به توانایی عملی است که اجازه می‌دهد انسان ماده، انرژی یا اطلاعات را به شیوه‌ای هدفمند، تکرارپذیر و قابل کنترل دگرگون کند. فناوری از ترکیب دانش علمی و مهارت فنی ایجاد می‌شود تا یک نیاز یا مسئله مشخص را به نتیجه‌ای عملی تبدیل کند. در فناوری، مدل‌ها و مفاهیم نظری به شکل ابزار، روش یا سیستم درمی‌آیند؛ چیزهایی که نه برای توضیح جهان، بلکه برای تغییر آن ساخته می‌شوند. فناوری یک چرخه مداوم طراحی، آزمایش، اصلاح و بهینه‌سازی است و تا زمانی معتبر است که بتواند در شرایط واقعی عملکرد قابل اعتماد و تکرارپذیر ارائه دهد [۱، ۲].

علم و فناوری هر دو در یک چرخه پویا به فهم و بهبود همدیگر کمک می‌کنند، اما هدف و مسیرشان متفاوت است. علم می‌فهمد و به واسطه گشایش آن، فناوری، ماده و انرژی را دگرگون می‌سازد و این دگرگونی مسیر را برای علم می‌گشاید. در علم، مدل‌ها برای درک و فهم واقعیت‌ها هستند؛ اما در فناوری، همان مدل‌ها به ابزار واقعی، دستگاه، روش، نرم‌افزار و حتی ساختارهای سبک زندگی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی تبدیل می‌شوند. دو مثال زیر می‌توانند تصویر روشن‌تر از این چرخه ارائه دهند:

۱-۱. از فیزیک کوانتوم تا ترانزیستور و کامپیوترهای مدرن

فیزیک کوانتوم نمونه بارز پیوند میان علم بنیادی و دگرگونی‌های فناورانه و اقتصادی در جهان جدید است. اوایل قرن بیستم، ماکس پلانک با معرفی کوانتا^۱ در مسئله تابش جسم سیاه (۱۹۰۰) و آلبرت

اینشتین با تبیین اثر فوتوالکتریک (۱۹۰۵)، بنیان‌های آن را بنا نهادند. این ایده‌ها با مدل‌های اتمی و کامل‌تر مکانیک کوانتومی تکمیل شد، تا مفهومی از رفتار الکترون‌ها در مواد جامد را فراهم کردند [۳]. پیشرفت‌های نظری فیزیک حالت جامد، همراه با دستاوردها در خالص‌سازی ژرمانیوم و سیلیسیم، در نهایت به اختراع ترانزیستور در سال ۱۹۴۷ انجامید که جایگزین لامپ خلأ شد و مسیر توسعه مدارهای مجتمع، ریزپردازنده‌ها و تراشه‌های بسیار بزرگ‌مقیاس با میلیارد ترانزیستور را هموار کرد. ترانزیستور، هسته سخت‌افزار الکترونیک شد و «سلول پایه عصر اطلاعات»^۲ نام گرفت. فرایندهای کوچک‌سازی، کاهش مصرف انرژی و جهش توان محاسباتی، باعث ارتقای بزرگ از رایانه‌های اولیه تا گوشی‌های هوشمند، مراکز داده و رایانش ابری^۳ است. پیامدهای این تحول فراتر از فناوری بود: رشد صنعت نیمه‌هادی‌ها و فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات که به رشد اقتصاد دیجیتال جهانی بدل شد [۴].

۲-۱. از ساختار DNA تا فناوری زیستی

کشف ساختار DNA دورشته‌ای توسط جیمز واتسون و فرانسیس کریک (سال ۱۹۵۳)، بر پایه داده‌های پراش پرتو ایکس روزالین فرانکلین، نقطه عطفی در فهم سازوکار وراثت بود؛ دستاوردی که اهمیت آن با اعطای جایزه نوبل در سال ۱۹۶۲ همراه شد. لازم به یادآوری است که سیزده سال پس از دریافت جایزه نوبل، یعنی در سال ۱۳۵۴ (۱۹۷۵ میلادی)، فرانسیس کریک به همراه شماری از دانشمندان برجسته جهان در پنجمین همایش بیوشیمی ایران در دانشگاه تهران شرکت کردند و پیشنهاد تأسیس مرکز بین‌المللی تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران (IBB) از دستاوردهای مهم این همایش بود که در همان سال تحقق یافت [۵]. رمزگشایی کد ژنتیکی در دهه ۱۹۶۰ و اصل مرکزی زیست‌شناسی مولکولی^۴ ($DNA \leftarrow RNA \leftarrow$ پروتئین)، چارچوب لازم برای فهم بیان ژن و دست‌کاری هدفمند آن را فراهم کرد. این بنیان‌های علمی به توسعه فناوری DNA نو ترکیب و کلونینگ ژن انجامید و امکان انتقال ژن میان گونه‌های نامرتبط و تولید ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی^۵ (GMO) را فراهم ساخت و پایه‌های مهندسی ژنتیک مدرن شکل گرفت [۶، ۷].

^۱ Quanta

^۲ Basic cell of the information age

^۳ Cloud computing

^۴ Central Dogma of Molecular Biology

^۵ Genetically Modified Organisms

است. کشوری با قدرت نرم از سوی دیگران الهام‌بخش یا قابل‌اعتماد تلقی می‌شود و کنشگران خارجی به‌صورت داوطلبانه در راستای هنجارهای آن کشور حرکت می‌کنند. قدرت نرم اگرچه از بستر جامعه، نهادهای علمی و فرهنگی و دستاوردهای فناوریانه نشأت می‌گیرد، ولی حاصل سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت دولت است. بااین‌حال، ماهیتی ناملموس، پراکنده و تاحد زیادی غیرقابل‌کنترل دارد و به‌تنهایی قادر به ایجاد کنش سازمان‌یافته نیست. برای تبدیل جذابیت فرهنگی یا اعتبار نمادین به نفوذی پایدار، مستلزم هم‌افزایی آن با ظرفیت‌های قدرت سخت است؛ ترکیبی که در ادبیات روابط بین‌الملل از آن با عنوان قدرت هوشمند یاد می‌شود [۱۰، ۱۱].

۱-۲. علم و فناوری در قدرت سخت

علم و فناوری با ورود به قلمرو قدرت سخت، جزء لاینفک راهبرد ملی برای تحقق اهداف کلان کشور است. به‌صورت مستقیم بر امنیت ملی، توان نظامی و مهمتر بر توسعه اقتصادی تأثیر داشته و منجر به توسعه ملی می‌گردد. علم جدید از قرن هفدهم و در بستر انقلاب علمی شکل گرفت، اما تا مدت‌ها نقشی مستقیم در توسعه اقتصادی و قدرت ملی ایفا نکرد و در حوزه‌های معرفتی باقی ماند. انقلاب صنعتی اول در بریتانیا، باتکیه بر ماشین بخار و صنعت نساجی شکل گرفت، هرچند علم همچنان نقشی حاشیه‌ای در تولید قدرت داشت. نقطه عطف در نیمه دوم قرن نوزدهم و در آلمان شکل گرفت؛ در انقلاب صنعتی دوم، به‌ویژه در حوزه شیمی آلی و تولید رنگ‌های مصنوعی، علم در خدمت صنعت قرار گرفت. تجربه آلمان نشان داد که ادغام سازمان‌یافته علم در ساختار تولید و سیاست‌گذاری، آن را از فعالیتی صرفاً معرفتی به اهرم قدرت اقتصادی و ملی تبدیل می‌کند [۱۲].

در جنگ جهانی اول، علم وارد میدان نبرد شد و فناوری شیوه جنگ را دگرگون کرد. بسیج صنایع غیرنظامی در خدمت ماشین جنگ قرار گرفت و جنگ ماهیتی فناوری‌محور یافت. پس از جنگ، تحقیق علمی از حالت پراکنده و فردمحور خارج شد و

نخستین گیاه تراریخته در سال ۱۹۸۳ تولید شد و اولین محصول تجاری گوجه‌فرنگی در سال ۱۹۹۴ با تأیید سازمان غذا و داروی ایالات متحده^۱ (FDA) و باهدف افزایش ماندگاری به بازار عرضه شد. از دهه ۱۹۹۰، کشت محصولات تراریخته‌ای مانند ذرت، سویا، پنبه و کانولا که مقاوم به آفات یا علف‌کش‌ها هستند، در کشورهایی چون ایالات متحده، چین و آرژانتین گسترش یافت. شواهد تجربی نشان می‌دهد این محصولات تقریباً موجب افزایش عملکرد و درآمد، کاهش مصرف آفت‌کش‌ها (تا ۳۷٪) و افزایش بازدهی (حدود ۲۲٪) شده‌اند و به تقویت امنیت غذایی و سازگاری با تنش‌های اقلیمی کمک کرده‌اند. بااین‌حال، نگرانی‌هایی درباره وابستگی به بذره‌های پتنت‌شده^۲، کاهش تنوع زیستی، تمرکز قدرت در شرکت‌های بذر و ریسک‌های زیست‌محیطی و اخلاقی، به شکل‌گیری مقررات سخت‌گیرانه، جنبش‌های ضد محصولات تراریخته‌ای انجامیده است [۸، ۹].

۲. از تولید دانش تا اعمال قدرت

قدرت در جهان امروز از سه مسیر اصلی شکل می‌گیرد که نخستین‌بار توسط جوزف نای^۳ در سال ۱۹۹۰ مطرح شد: قدرت سخت^۴، قدرت نرم^۵ و همچنین قدرت هوشمند^۶ که این دو را در قالبی منسجم و هدفمند ترکیب می‌کند [۱۰].

قدرت سخت یعنی توانایی یک دولت برای اثر گذاشتن بر دیگران با ابزارهایی مستقیم، اجباری و ملموس برای حفظ منافع؛ یعنی گفتگو کنار می‌رود و جای خود را به فشار و اجبار می‌دهد. ریشه‌اش به همان دوران امپراتوری‌هایی برمی‌گردد که با شمشیر قلمرو می‌ساختند و تا به امروز در قالب قدرت‌های اقتصادی و نظامی دولت‌ها ادامه یافته است [۱۰، ۱۱].

قدرت نرم در برابر قدرت سخت است و به‌عنوان توانایی یک کشور برای تأثیرگذاری بر دیگران از طریق جذابیت فرهنگی و هنری، ارزش‌ها و ایدئولوژی تعریف می‌شود. منابعی مانند علم، فرهنگ و هنر، تصویر بین‌المللی و دیپلماسی عمومی عوامل قدرت نرم هستند و بر نفوذ بر پایه همکاری و پذیرش استوار

^۱ Food and Drug Administration

^۲ Intellectual property-protected seeds

^۳ Joseph Nye

^۴ Hard Power

^۵ Soft Power

^۶ Smart Power

۱-۲-۱. چین: قدرت راهبردی بر مبنای علم

در سال ۱۹۴۹ میلادی و در آستانه تأسیس جمهوری خلق چین، زیرساخت‌های علم و فناوری در آن کشور بسیار ضعیف و تعداد مؤسسات تحقیقاتی نیز محدود بودند. در پاسخ به این محدودیت‌ها و تمرکز بر نیازهای کلیدی توسعه ملی، دولت چین با تأسیس آکادمی علوم چین در سال ۱۹۵۰ میلادی، پژوهش را به صورت متمرکز در خدمت صنعت، کشاورزی، بهداشت و دفاع ملی قرار داد. مسیر توسعه با تدوین برنامه دوازده ساله توسعه علم و فناوری (۱۹۵۶-۱۹۶۷) تثبیت شد؛ برنامه‌ای که پایه‌های توانمندی چین را در حوزه‌هایی چون انرژی اتمی، الکترونیک، نیمه‌رساناها، محاسبات و فناوری‌های موشکی بنا نهاد. توسعه هوا-فضا، از دهه ۱۹۸۰ به بعد با پروژه‌هایی مانند برنامه‌های فضایی سرشنین‌دار، سامانه‌های پیشرفته مشاهده زمین و برنامه اکتشاف ماه تعمیق یافت. این دستاوردها علاوه بر تثبیت جایگاه چین، منافع اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای نیز به همراه داشت [۱۶].

چین از اوایل دهه‌ی ۲۰۰۰، با اجرای هدفمند سیاست‌های کلان علمی و فناوری، مسیر خود را از انباشت ظرفیت‌های داخلی به سوی رقابت مؤثر جهانی تغییر داد. با برنامه‌های ملی میان‌مدت و بلندمدت، به سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در حوزه‌های راهبردی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات و پیشرفت در حوزه‌هایی مانند نسل پنجم ارتباطات (۵G)، ابررایانه‌ها و فناوری‌های ماهواره‌ای، منجر شد. با گسترش زیرساخت‌های دیجیتال و ارتقا سهم اقتصاد دیجیتال از تولید ناخالص داخلی به بیش از ۳۸ درصد، تمرکز را بر نوآوری در هوش مصنوعی، فناوری‌های کوانتومی، زیست‌فناوری و فضا قرار داد [۱۷].

رقابت چین و آمریکا دقیقاً بازتاب همین واقعیت است: رقابتی نو ظهور در قدرت سخت و نرم با محوریت علم و فناوری. نوآوری علمی امروز هم‌زمان موتور قدرت اقتصادی و اجتماعی است و همین پیوند، فناوری را به میدان اصلی کشمکش دو قدرت جهانی تبدیل کرده است. چین با برنامه‌هایی چون «ساخت چین ۲۰۲۵» (Made in China 2025) و تلاش برای تعیین استانداردهای جهانی، می‌کوشد وابستگی خود را کاهش دهد و از طریق برتری فناوری جایگاه خود را تقویت کند. در مقابل، آمریکا با تحریم‌ها،

ساختار یافت؛ روندی که به ظهور «علم بزرگ»^۱ یعنی پروژه‌های عظیم، پرهزینه و با مشارکت بین‌المللی انجامید و علم را به بخشی جدایی‌ناپذیر از قدرت تبدیل کرد. در جنگ جهانی دوم، فناوری‌های نظامی به همراه خدمات غیرنظامی مانند داروها از جمله پنی‌سیلین مسیر جنگ را تغییر دادند. پس از جنگ دولت‌ها، دانشمندان و مهندسانی که در تحقیق و توسعه و به‌کارگیری این فناوری‌ها نقش داشتند را به‌عنوان «قدرت علمی و فناوری راهبردی ملی» تلقی کردند و علم وارد قلب تصمیم‌گیری‌های سیاسی و نظامی شد [۱۲].

از دوران جنگ سرد تاکنون، فناوری‌های نو ظهوری چون هوش مصنوعی، کلان‌داده^۲، رباتیک، ترانزیستور، نسل پنجم ارتباطات^۳ (۵G)، اینترنت اشیا، بلاک‌چین، محاسبات کوانتومی و سیستم تعیین موقعیت جهانی^۴ (GPS) اکنون نه تنها سرفصل جنگ‌افزارهای نسل جدید، بلکه از ارکان اساسی رقابت اقتصادی جهانی محسوب می‌شوند [۱۳]. سرمایه‌گذاری گسترده در این راستا، انباشت پتنت‌های راهبردی و ایجاد نهادها را توسعه داد؛ فناوری‌هایی که با منشأ نظامی، به زیرساخت‌های اقتصاد جهانی و پایه شرکت‌های غول‌پیکر فناوری چون گوگل، اپل و آمازون بدل شدند. هم‌زمان، سرمایه‌گذاری در حوزه زیست‌پزشکی، از جمله نوآوری‌های نظیر پروژه ژنوم انسانی و داروهای پیشرفته ضد سرطان، منجر به ایجاد صنعت چند تریلیون دلاری فناوری زیستی و داروسازی شد [۱۴، ۱۳]. البته با تحولات فناورانه و انقلاب صنعتی چهارم روبه‌رو هستیم که با درهم‌آمیزی سیستم‌های فیزیکی سایبری، زندگی و کار را دگرگون کرده است. این پدیده از نظر مقیاس و پیچیدگی بی‌سابقه است و درک کامل سرعت و دامنه آن ممکن نیست. در آینده با انقلاب صنعتی پنجم روبه‌رو خواهیم شد که گویا تحولی است که فناوری را در خدمت انسان قرار می‌دهد [۱۵]. مفهوم «دولت کارآفرین»^۵ نشان می‌دهد که بسیاری از نوآوری‌های پرریسک تجاری، در مراحل اولیه با سرمایه‌گذاری دولتی ممکن شده‌اند. امروزه کشورها حدود ۲ تا ۳ درصد تولید ناخالص داخلی^۶ (GDP) خود را صرف تحقیق و توسعه می‌کنند و پتنت‌ها به ابزار رقابت اقتصادی و راهبردی جهانی تبدیل شده‌اند [۱۴].

^۱ Big science^۲ Big data^۳ Fifth-generation communications^۴ Global Positioning System^۵ Entrepreneurial state^۶ Gross Domestic Product

در همین راستا شرکت‌هایی مانند سونی، تویوتا و پاناسونیک سفیران غیررسمی این تصویر شدند [۱۹،۲۰].

دولت ژاپن در سال ۲۰۰۸ با تأسیس «شورای سیاست علم و فناوری»، این مسیر را نظام‌مند کرد. مأموریت اصلی این شورا، سیاست‌گذاری کلان در حوزه‌هایی چون همکاری‌های پژوهشی، تربیت نیروی انسانی متخصص و گسترش حضور بین‌المللی تعریف شد. برنامه‌های ملی علم و فناوری ژاپن، متناسب با چالش‌های زمانه تکامل یافتند: برنامه چهارم (۲۰۱۱)، پس از سونامی توهوگو و حادثه اتمی فوکوشیما، بر همکاری علمی برای افزایش تاب‌آوری ملی و مدیریت بحران متمرکز شد. برنامه پنجم (۲۰۱۶)، مفهوم «جامعه ۵.۰» (جامعه فوق‌هوشمند) را معرفی کرد؛ تصویری انسان‌محور از آینده که در آن فضای فیزیکی و سایبری درهم می‌آمیزند و دیپلماسی فناوری به اهرمی برای تحول اقتصادی-اجتماعی تبدیل می‌شود. برنامه ششم (۲۰۲۱)، به طور ویژه بر مقابله با پاندمی کووید-۱۹، تقویت شبکه‌های علمی بین‌المللی و ترویج الگوی جامعه ۵.۰ در سطح جهانی تأکید دارد [۲۰].

جذابیت فرهنگی یکی از ستون‌های اصلی قدرت نرم ژاپن است. کمپین «ژاپن جذاب ۲» با ترویج داستان مصور ژاپنی (مانگا)، انیمیشن ژاپنی (انیمه)، هنر اجرایی و طراحی لباس (کاسپلی)، غذا، مد و طراحی صنعتی، تصویری نوآورانه و جوان‌پسند از ژاپن ارائه می‌دهد تا با رقبای آسیایی مانند کره جنوبی و چین رقابت کند. این جذابیت حتی گاهی ارزش‌های عمیق‌تر ژاپن مثل هنجارهای دموکراتیک را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد و محبوبیت جهانی آن، گردشگران را جذب، سبک زندگی ژاپنی را در سطح بین‌المللی ترویج می‌کند و تصویری متمایز از گذشته این کشور ارائه می‌دهد [۱۹]. ژاپن در همین راستا با میزبانی المپیک ۲۰۲۰ توکیو (که به دلیل همه‌گیری کووید-۱۹ در سال ۲۰۲۱ برگزار شد) کوشید تا با هزینه‌ای سنگین (حدود ۱۵/۴ میلیارد دلار)، فراتر از ورزش، باهدف بازآفرینی تصویر ملی، دیپلماسی عمومی و نمایش توانمندی‌های فرهنگی و فناوریانه را دنبال کند. المپیک با روایت «پیروزی انسان بر پاندمی» و یادآوری مسیر بازسازی پس از فاجعه فوکوشیما، داستانی الهام‌بخش از تاب‌آوری و همبستگی ژاپن ارائه داد [۲۱].

محدودیت‌های صادراتی، بازاریابی زنجیره‌های تأمین و فشار بر شرکت‌های فناوری، می‌کوشد این روند را مهار کرده و برتری خود را حفظ کند [۱۳].

۲-۲. علم و فناوری در قدرت نرم

کشورهای مختلف از راهبردهای متنوعی برای تبدیل توانمندی‌های خود به نفوذ و جذابیت بین‌المللی استفاده می‌کنند. نوآوری به‌تنهایی سازنده قدرت نرم نیست، بلکه در یک شبکه درهم‌پیچیده یکپارچه از عوامل مکمل، از جمله فرهنگ غنی، برندهای جهانی اثرگذار، قدرت دیپلماسی و همکاری‌های علمی بین‌المللی می‌باشد. برخی کشورها بدون دستیابی به نوآوری در تراز جهانی، از طریق ابزارهایی مانند نفوذ رسانه‌ای به قدرت نرم قابل توجهی دست می‌یابند؛ اما عموماً کشورهای دارای نوآوری قوی، از سطح بالاتری از قدرت نرم برخوردارند [۱۸]. «برندسازی ملی»^۱ فرآیندی است که طی آن یک کشور به‌صورت فعال و هدفمند، منابع گوناگون جذابیت خود، از روایت‌سازی فرهنگی و محصولات تا ارزش‌ها و دستاوردهای علمی را گردآوری و شکل‌دهی می‌نماید تا یک تصویر بین‌المللی متمایز و جذاب ایجاد کرده و نفوذ خود بر جهان را ارتقا دهد. اگرچه قدرت نرم می‌تواند به طور طبیعی و گاه غیرقابل‌پیش‌بینی از دل فرهنگ و جامعه برخیزد، اما برندسازی ملی این جذابیت را ساختارمند و قابل‌مدیریت می‌کند. این ساختارمندی، نفوذ کشور را در عرصه‌های کلیدی مانند دیپلماسی علمی، جذب سرمایه‌گذار خارجی، توسعه گردشگری و رقابت در بازارهای جهانی به طور چشمگیری افزایش می‌دهد [۱۰].

۲-۲-۱. ژاپن: بازسازی تصویر ملی از مسیر علم، فناوری و فرهنگ

ژاپن در غیاب قدرت سخت، با اتکا بر علم، فناوری و فرهنگ، قدرت نرم بانفوذی ساخته است. پس از جنگ جهانی دوم، با فروپاشی اقتصادی، محدودیت‌های نظامی و از دست دادن قدرت سخت، نفوذ غیرتهاجمی را جایگزین کرد و محدودیت‌ها را به فرصتی راهبردی تبدیل نمود. از دهه ۱۹۸۰، هم‌زمان با «معجزه اقتصادی» که در آن فناوری این کشور مترادف کیفیت و نوآوری شد، دیپلماسی علمی، نوآوری صنعتی و برندسازی فرهنگی تصویری جهانی از ژاپن صلح‌جو، پیشرفته و فرهنگی ایجاد نمود.

¹ Nation branding

² Society 5.0

³ Cool Japan

در حوزه امنیت ژاپن از الگوی «قدرت نظامی غیرتهاجمی» بهره می‌گیرد و توان دفاعی خود را عمدتاً در مأموریت‌های بشردوستانه به کار می‌گیرد. اقداماتی نظیر توموداچی^۱ (کمک به بازسازی فیلیپین پس از طوفان-۲۰۱۱) و عملیات توموداچی^۲ (امدادسانی گسترده به قربانیان سونامی و فوکوشیما با همکاری آمریکا-۲۰۱۱) مثال‌هایی از این رویکرد صلح‌طلبانه ژاپن هستند. تعهد ژاپن به هنجارهای بین‌المللی مانند آزادی دریانوردی و مقابله با تغییرات اقلیمی، نقشی دوگانه دارد که هم پاسخی به ادعاهای دریایی چین است و هم در چارچوب تعهدات این کشور تحت توافق پاریس (۲۰۱۵) باهدف کاهش ۲۶٪ انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ قرار دارد. پشتوانه این سیاست‌ها، سرمایه‌گذاری بلندمدت ژاپن در نوآوری، آموزش و تحقیق و توسعه است. این کشور با ساختار علمی قدرتمند، دانشگاه‌های تراز جهانی و صنایع پیشرو مانند رباتیک و الکترونیک، به یکی از قطب‌های فناوری جهان تبدیل شده است [۱۹].

۲-۲-۲. کره جنوبی: ترکیب فناوری دیجیتال با موج فرهنگی

کره جنوبی طی سه دهه گذشته نمونه‌ای بارز از تبدیل هوشمندانه فناوری و فرهنگ به قدرت است. از دهه ۱۹۹۰، دولت آگاهانه فرهنگ را به سرمایه ملی تبدیل کرد و آن را با دیپلماسی عمومی، برندسازی و همکاری‌های بین‌المللی پیوند زد. نتیجه این راهبرد، جهشی تاریخی است: کشوری که تا دهه ۱۹۶۰ یکی از فقیرترین اقتصادهای آسیا بود و در سایه همسایگان بزرگ خود قرار داشت، اکنون در شاخص جهانی قدرت نرم ۲۰۲۵ رتبه دوازدهم را در اختیار دارد و در هر دو حوزه فرهنگ و فناوری در میان ده کشور برتر جهان قرار دارد. این تحول، منجر به رشد چشمگیر تولید ناخالص داخلی و جهش اقتصادی این کشور شد [۲۲].

دولت با حمایت‌های هدفمند، شرکت‌هایی مانند سامسونگ، ال‌جی و هیوندای را از تولیدکنندگان محلی به محصولات باکیفیت جهانی ارتقا داد. در این روند، برندسازی نقش مهمی ایفا کرد؛ وزارت آموزش، علم و فناوری کره جنوبی^۳ (MEST) از دهه ۲۰۱۰ با

روایت‌سازی «کره‌ی خلاق»^۴، سه حوزه نوآوری، دیجیتال و فرهنگ را درهم‌تنیده است [۲۰]. نتیجه این راهبرد، کسب رتبه نخست در شاخص جهانی نوآوری ۲۰۲۳ بوده است [۱۸].

راهبرد هوش مصنوعی، ایجاد دانشگاه‌های تخصصی و جذب پژوهشگران و دانشجویان خارجی، همگی بخشی از پروژه‌ای هستند که عملاً کارکرد «دیپلماسی فناوری» دارد [۲۰، ۲۳]. این رویکرد در همکاری‌های پژوهشی بین‌المللی کره جنوبی نیز دنبال می‌شود؛ نهادهایی مانند آژانس همکاری کره جنوبی^۵ (KOICA) و بنیاد علم و فناوری کره^۶ (KOFST)، با اجرای پروژه‌های انتقال فناوری از ۵۶ گرفته تا انرژی و اقلیم، برای کشور مشروعیات بین‌المللی ایجاد کرده‌اند. دیپلماسی دیجیتال نیز مکمل آن است؛ سفارتخانه‌ها و نهادهای رسمی، موضوعات علمی و نوآورانه را به محور گفتگوهای برخط تبدیل کرده و سطح تعامل جهانی را ارتقا داده‌اند [۲۰]. در همه‌گیری کووید-۱۹، کره جنوبی با اتکا به سنجش گسترده، ردیابی دیجیتال و همکاری دولت و صنعت در تولید کیت‌های تشخیصی، به الگویی بین‌المللی در مدیریت بحران تبدیل شد [۲۳].

مهم‌ترین قدرت کره جنوبی، همگرایی فناوری و فرهنگ است. «هالیو»^۷ یا «موج کره‌ای»، در راستای انتشار فرهنگ کره‌ای در سراسر جهان، از موسیقی پاپ کره‌ای (K-pop) تا سریال‌ها و فیلم‌ها (K-dramas) و حتی مد و زیبایی، به یک راهبرد دولتی تبدیل شد و شامل سرمایه‌گذاری وسیع در صادرات فرهنگی است. عامل جهانی شدن این موج، پیوند آن با فناوری دیجیتال بود: اینترنت فوق‌سریع، پلتفرم‌ها، شبکه‌های اجتماعی و الگوریتم‌ها باعث شدند فرهنگ کره‌ای نه تنها مصرف، بلکه تکثیر شود و تصویری مدرن، خلاق و جذاب از آن کشور بسازد و حتی بر روابط سیاسی آن اثر می‌گذارد [۲۲-۲۴]. حوزه بازی‌های دیجیتال و

¹ Tomo Dachi

² Operation Tomodachi

³ Ministry of Education, Science and Technology of South Korea

⁴ Creative Korea

⁵ KOICA: Korea International Cooperation Agency

⁶ KOFST: Korean Federation of Science and Technology Societies

⁷ Hallyu

ورزش‌های الکترونیکی^۱ منبع تازه‌ای از قدرت نرم کره جنوبی است. دولت این ظرفیت را به طور رسمی به کار گرفته و از مشوق‌هایی مانند معافیت‌های نظامی (سربازی) قهرمانان تا برنامه‌های ملی برای جهانی‌سازی ورزش‌های الکترونیکی بهره برده است. استفاده از هوش مصنوعی در آموزش بازیکنان و ایجاد «آزمایشگاه‌های جهانی ورزش‌های الکترونیکی» هم بخشی از این راهبرد است [۲۴].

۲-۲-۳. آلمان: توان علمی در قدرت هوشمند

آلمان بزرگ‌ترین اقتصاد اروپا، از زمان اتحاد دوباره در سال ۱۹۹۰، راهبرد قدرت هوشمند را به کار گرفت؛ ترکیبی از توانایی سخت اقتصادی-نظامی با قدرت نرم فرهنگی و دیپلماتیک. این روند، باهدف بازسازی تصویر بین‌المللی و گذار از سایه «گذشته نازی» به کشوری مسئول، دموکراتیک و نوآور، شکل منسجم‌تری یافت [۲۵]. تغییرات تدریجی منجر شد تا در سال ۲۰۲۵ آلمان در شاخص جهانی قدرت نرم جایگاه پنجم قرار گیرد (۱).

وزارت آموزش و تحقیقات فدرال آلمان^۲ (BMBF)، علم و فناوری را عملاً با سیاست خارجی ادغام کرد و به «هاب نوآوری اروپا» بدل شد [۱۸]، (۲). راهبرد فناوری‌محور آلمان، از راهبرد فناوری‌های پیشرفته تا شبکه‌هایی مثل بنیاد ماکس پلانک^۳، بر پیشتازی در حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی، انرژی سبز و زیست‌فناوری و هم‌زمان جذب گسترده متخصصان خارجی متمرکز است. نقش دیپلماسی فناوری این کشور در موضوعات جهانی مانند تغییرات اقلیمی پررنگ است [۲۶]. نهادهایی مانند سرویس تبادل آکادمیک آلمان^۴ (DAAD) و آژانس همکاری بین‌المللی آلمان^۵ (GIZ) پروژه‌های فناورانه را در کشورهای درحال توسعه اجرا می‌کنند و موجب درآمد بالایی از صادرات علمی-فناورانه می‌گردد [۲۷]. قدرت نرم آلمان تنها بر علم و صنعت استوار نیست؛ فرهنگ، آموزش و سازمان‌های غیردولتی هم لایه نرم و انسانی این تصویر را

می‌سازند. مؤسساتی مثل گوته و DAAD، شبکه‌ای جهانی از زبان، فرهنگ و آموزش ایجاد کرده‌اند که با ابزارهای دیجیتال تقویت شده و به جذب بیش از ۴۰۰ هزار دانشجوی خارجی انجامیده است [۲۷]. ادغام این فعالیت‌ها با پروژه‌های علمی، منجر به نفوذ آلمان به‌خصوص در شرق اروپا بوده است. نمونه مشهور، واکسن mRNA حاصل همکاری BioNTech-Pfizer در دوران کووید بود که آلمان را ناگهان به یک بازیگر علمی حیاتی تبدیل کرد [۱۸].

۳. اعتبار ملی و بین‌المللی

ارتقای اعتبار یک کشور فرایندی چندبعدی است که بر سرمایه‌گذاری داخلی، تولید دانش باکیفیت، همکاری‌های ملی و بین‌المللی و دیپلماسی علمی استوار است. سنجش آن از طریق شاخص‌های کمی و کیفی معتبر جهانی صورت می‌گیرد: جایگاه کشور در شاخص‌های انتشار علمی جهانی نظیر نیچر^۶ و لیدن^۷، تعداد جوایز بین‌المللی (نوبل، فیلدز^۸، تورینگ^۹ و آبل^{۱۰}) و نقش رهبری علم به‌صورت منطقه‌ای و بین‌المللی. کشورهای با نقش رهبری علم، نفوذ دیپلماتیک بیشتری در سازمان‌ها و مذاکرات جهانی، از تغییرات اقلیمی تا امنیت سایبری کسب می‌کنند و نقش شریک معتبر در حل چالش‌های جهانی را بازی می‌کنند [۲۸، ۲۹]. برای ارتقای اعتبار علمی، کشور باید از راهبردهای بلندمدت و چندبعدی بهره می‌گیرد:

۳-۱. سرمایه‌گذاری پایدار در تحقیق و توسعه:

این موضوع در گرو تخصیص سهم بالایی از تولید ناخالص داخلی به علم، به‌صورت پایدار و هدفمند است. کشورهای پیشرو علمی، جایگاه خود را مدیون چنین سرمایه‌گذاری‌های بلندمدتی هستند. بااین حال، سرمایه‌گذاری صرفاً به معنای سرمایه مالی نیست، بلکه «سرمایه مغزی» یک کشور نقشی تعیین‌کننده دارد: سرمایه‌گذاری

^۱ Esports: رقابت‌های سازمان‌یافته و حرفه‌ای در بازی‌های ویدیویی که در آن بازیکنان به‌صورت فردی یا تیمی با هم به رقابت می‌پردازند و شامل لیگ‌ها، مسابقات بین‌المللی و جوایز مالی است.

^۲ Bundesministerium für Bildung und Forschung

^۳ Max Planck

^۴ Deutscher Akademischer Austauschdienst

^۵ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

^۶ Nature Index

^۷ Leiden Ranking

^۸ Fields Medal: معتبرترین جایزه در ریاضیات برای دانشمندان زیر ۴۰ سال است که گاهی «نوبل ریاضیات» خوانده می‌شود.

^۹ Turing Award: معتبرترین جایزه در علوم کامپیوتر است که به آن «نوبل کامپیوتر» نیز گفته می‌شود.

^{۱۰} Abel: جایزه‌ای بین‌المللی در ریاضیات و مکمل «مدال فیلدز» برای سنین بالاتر محسوب می‌شود.

فنی را به بازارهای جهانی فراهم می‌سازد و آن را به تجربه‌ای ملموس در زندگی روزمره کاربران جهانی تبدیل می‌کند [۳۱].

۳-۳. مشارکت فعال و همکاری در سازمان‌ها و پروژه‌های علمی بین‌المللی

بعد مهم دیگر پروژه‌های علم بزرگ است؛ این پروژه‌ها نه تنها به تولید دانش‌بنیادی کمک می‌کنند، بلکه نمادی از تعهد بلندمدت به چالش‌های مشترک بشری است. در این راستا سازمان‌های شبکه‌ای بین‌المللی با سرمایه‌گذاری‌های عظیم و برنامه‌ریزی هدفمند بلندمدت طراحی می‌شوند تا پروژه‌های پیچیده را در زمان حل کند. پروژه‌هایی مانند سازمان پژوهش‌های هسته‌ای اروپا^۵ (CERN) و ایستگاه فضایی بین‌المللی^۶ (ISS) نمونه‌هایی هستند که همکاری بیش از ۲۰ کشور را در بر می‌گیرند [۳۲].

مأموریت اصلی CERN کشف اسرار بنیادی جهان از طریق مطالعه فیزیک ذرات است که با فراهم کردن زیرساخت‌های پیشرفته که فراتر از توان مالی یا فنی یک دولت منفرد است، صورت می‌گیرد. علاوه بر اکتشافات علم بنیادی مرز دانش، نقشی حیاتی در آموزش نسل آینده دانشمندان و بازسازی همکاری‌های علمی اروپا دارد که در کاهش فرار مغزها از این قاره تأثیرگذار است. الگوی حکمرانی آن منحصربه‌فرد است؛ ترکیبی از تمرکز نهادی و تولید دانش شبکه‌ای که در سطح کلان توسط یک شورای بین‌دولتی متشکل از کشورهای عضو و یک دبیرخانه فنی-علمی مرکزی اداره و هدایت می‌شود. اما در عمل، بخش عمده پژوهش‌ها در قالب «همکاری‌های علمی مستقل» سازماندهی شده که به صورت شبکه‌ای فعالیت می‌کنند؛ در عین آزادی علمی و مدیریتی، از نظر حقوقی زیر چتر نهادی CERN قرار گرفته‌اند. این معماری انعطاف‌پذیر، امکان مشارکت گسترده کشورهای غیرعضو (مانند ایالات متحده، روسیه، هند و پاکستان) را از طریق تفاهم‌نامه‌های همکاری فراهم کرده است [۳۳، ۳۴].

ISS یک مگاپروژه چندملیتی با مشارکت ناسا^۷، سازمان فضایی روسیه، آژانس فضایی اروپا، سازمان کاوش‌های هوا-فضای ژاپن و آژانس فضایی ملی کانادا است. مأموریت آن ایجاد و بهره‌برداری از یک پایگاه دائمی پژوهشی در مدار پایین زمین^۸ (در ارتفاع تقریبی ۴۰۰ کیلومتری)، به منظور انجام تحقیقات علمی در شرایط ریزگرانش،

در آموزش عالی باکیفیت و طراحی نظام‌های مؤثر برای جذب، پرورش و نگهداشت استعدادهای انسانی و هم‌زمان، سیاست‌هایی برای جذب پژوهشگران بین‌المللی مانند ویزاهای ویژه استعدادها و حمایت‌های نهادی و اجتماعی. برای نمونه، در شاخص رقابت‌پذیری جهانی استعدادها^۱ (۲۰۲۵) که ظرفیت کشورها را در توسعه، جذب و حفظ استعدادها می‌سنجد، سنگاپور و سوئیس در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند (۳). در نتیجه، دانشگاه‌هایی مانند مؤسسه فناوری فدرال زوریخ^۲ و دانشگاه ملی سنگاپور به ترتیب رتبه‌های هفتم و هشتم جهان را در رتبه‌بندی دانشگاهی کیواس^۳ (۲۰۲۶) کسب کرده‌اند و این کشورها را به قطب‌های علمی جذاب تبدیل نموده‌اند (۴).

۲-۳. تولید دانش باکیفیت و دیده‌شدن جهانی

کشورهای پیشرو معمولاً در رتبه‌های بالای نظام‌های ارزیابی انتشار علمی، هم از نظر کمی و هم کیفی قرار دارند. از نظر کمی، انتشار مقالات در مجلات تراز اول و دریافت اسنادهای بالا، جایگاه کشورها را در شاخص‌های مرجع ارتقا می‌دهد. بر اساس شاخص نیچر (۲۰۲۵)، چین در حوزه‌هایی مانند شیمی، فیزیک و علوم زمین و محیط‌زیست رتبه‌ی نخست را دارد، درحالی‌که، ایالات متحده در جایگاه دوم، در حوزه علوم زیستی و علوم پزشکی پیشتاز است (۵). بااین حال، کیفیت که به میزان «تأثیرگذاری و الهام‌بخشی پژوهش برای جامعه علمی» اشاره دارد، شاخص مطلوب‌تری است و با ترکیبی از معیارها که هر دو ابعاد کمی و کیفی را دربرمی‌گیرد، سنجیده می‌شود. مهمترین این شاخص‌ها عبارتند از: شاخص اچ^۴، تعداد کل اسنادها، نسبت خوداستنادی و تعداد کل اسناد منتشرشده است. کیفیت همچنین در شبکه‌سازی علمی و کسب جوایز معتبر بین‌المللی نمود می‌یابد. (۶) و [۳۰].

اگر گسترش مرزهای دانش باکیفیت به اوج برسد، در پی آن، نوآوری، ثبت پتنت‌ها و ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها شکل می‌گیرند و به فناوری‌های قابل تجاری‌سازی تبدیل می‌کند. این فناوری که از علم یک کشور ریشه می‌گیرد، دارای هویت آن مرزبوم است و برند ملی ایجاد می‌نماید. این فرایند، افزون بر ایجاد ارزش اقتصادی و اجتماعی در داخل کشور، امکان صدور فناوری و دانش

¹ Global Talent Competitiveness Index

² Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zurich)

³ QS World University Rankings

⁴ h-index

⁵ Organisation européenne pour la recherche nucléaire

⁶ International Space Station

⁷ National Aeronautics and Space Administration

⁸ Low Earth Orbit

- (3). <https://www.globaltalentcompetitivenessindex.org/countries/>
- (4). <https://www.topuniversities.com/world-university-rankings>
- (5). <https://www.nature.com/nature-index/research-leaders/2025/>
- (6). <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes/all/>

Reference

منابع

- [1]. Weiss C. How Do Science and Technology Affect International Affairs? Minerva. 2015 Dec 19;53(4):411–30.
- [2]. Brooks H. The relationship between science and technology. Res Policy. 1994 Sep;23(5):477–86.
- [3]. Zubairy MS. Birth of Quantum Mechanics—Planck, Einstein, Bohr. In: Quantum Mechanics for Beginners. Oxford University Press; 2020. p. 81–99.
- [4]. Fei A. A review of the development of transistor technology and its application in electronic devices. Appl Comput Eng. 2024 Apr 24;56(1):141–5.
- [5]. نیکو محبعلی‌زاده، علی اکبر موسوی موحدی، تحقیقات بیوفیزیک و جایزه نوبل. نامه علوم پایه. ۱۴۰۱؛ ۷:۱۱۲.
- [6]. Pederson T. The double helix: “Photo 51” revisited. FASEB J. 2020 Feb 11;34(2):1923–7.
- [7]. Sharma P, Singh SP, Iqbal HMN, Parra-Saldivar R, Varjani S, Tong YW. Genetic modifications associated with sustainability aspects for sustainable developments. Bioengineered. 2022 Apr 1;13(4):9509–21.
- [8]. احمد رضا لگزیان. نگاهی به محصولات غذایی تراریخته. نشا علم. ۱۳۹۷؛ ۸(۲):۱۲۷–۱۲۰.
- [9]. Zilberman D, Holland TG, Trilnick I. Agricultural GMOs—What We Know and Where Scientists Disagree. Sustainability. 2018 May 10;10(5):1514.
- [10]. Fan Y. Soft power: Power of attraction or confusion? Place Brand Public Dipl. 2008 May 29;4(2):147–58.
- [11]. Davit Tchotchua. The Utility of Both Hard and Soft Power in Modern International Relations. Int J Econ Integr Reg Compet. 2024 Apr 17;1(4):21–7.
- [12]. Krige J, Barth K. Introduction: Science, Technology, and International Affairs. Osiris. 2006 Jan 1;21(1):1–21.
- [13]. Wu X. Technology, power, and uncontrolled great power strategic competition between China and the United States. China Int Strateg Rev. 2020 Jun 24;2(1):99–119.
- [14]. Mazzucato M. The entrepreneurial state. Soundings. 2011 Nov 24;49(49):131–42.
15. ابوالفضل کیانی بختیاری، علی اکبر موسوی موحدی. انقلاب صنعتی چهارم و تغییرات بنیادین پیشرو. نشا علم. ۱۴۰۰؛ ۱۱(۲):۱۶۳–۱۵۵.

توسعه و آزمون فناوری‌های فضایی و همچنین پشتیبانی از آمادگی برای مأموریت‌های انسانی بلندمدت به مقاصدی چون ماه و مریخ است. از سال ۲۰۰۰ تاکنون میزان فضانوردانی از بیش از ۱۸ کشور بوده و حتی در دوره‌های تنش ژئوپلیتیک، همکاری علمی فراملی را حفظ کرده است [۳۳، ۳۴].

۴. سخن پایانی و چشم‌انداز

باوجود آنکه کشورهای درحال توسعه اتکای اصلی خود را بر دارایی‌های ملموس مانند منابع طبیعی و زیرساخت‌های فیزیکی قرار می‌دهند، کشورهای پیشرو علمی-فناوری قدرت واقعی و پایدار خود را از دارایی‌های نامحسوس و ناملموس همچون توانمندی‌های علمی و فناوریانه، برند ملی قدرتمند و روایت‌سازی مؤثر جهانی به دست می‌آورند. علم و فناوری در عصر حاضر، هم‌زمان هم موتور اقتدار ملی، هم ستون دیپلماسی مدرن (اعتبار فرهنگی و نفوذ نرم) هستند. آینده قدرت به توانایی کشورها در چرخه‌ای یکپارچه از تولید دانش باکیفیت، تبدیل آن به فناوری رقابتی و بهره‌برداری هوشمندانه از آن در عرصه دیپلماسی وابسته است. بدون برتری علمی و تبدیل آن به جذابیت دیپلماتیک، اقتدار ملی ناپایدار خواهد ماند. مسیر توسعه واقعی با سرمایه مادی و محسوس آغاز می‌شود، اما تنها با تکیه بر سرمایه نامحسوس، از جمله توانمندی‌های علمی و فناوریانه به بلوغ و پایداری می‌رسد. در این راستا، در این دنیای پرشتاب، ایران نیز نیازمند سرمایه‌گذاری جدی‌تر در حوزه‌های علمی و فناوری، پرورش و حفظ نخبگان و متخصصان، تقویت زیرساخت‌های دانشگاهی و گسترش همکاری‌های علمی با جامعه بین‌المللی است. ایران، می‌تواند با بهره‌گیری از مزیت‌های ناملموس خود، همچون تاریخ پرشکو، فرهنگ غنی، هنرهای اصیل و شاعران حکیم پارسی زبان در حکمت و ادب [۳۵]، به عنوان دارایی‌های بسیار ارزشمند در کنار تقویت قابلیت‌های علمی و فناوریانه، قدرت نرم و جایگاه جهانی خود را ارتقا بخشد. چنین رویکردی اعتبار، نفوذ و موقعیت راهبردی کشور را در نظام بین‌الملل تقویت نموده و ایران را در حوزه خلاقیت جهانی مدرن قرار می‌دهد.

وبگاه‌های رجوع شده

- (1). <https://brandfinance.com/insights/global-soft-power-index-2025-the-shifting-balance-of-global-soft-power>
- (2). <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/germany>

- [27]. Mateleshko Y. Non-Governmental Institutions as Actors of German 'Soft Power' in Ukraine (1992-2022). *Eminak*. 2023 Apr 13;(1(41)):216–33.
- [28]. Wagner CS, Park HW, Leydesdorff L. The Continuing Growth of Global Cooperation Networks in Research: A Conundrum for National Governments. Glanzel W, editor. *PLoS One*. 2015 Jul 21;10(7):e0131816.
- [29]. Chinchilla-Rodríguez Z, Sugimoto CR, Larivière V. Follow the leader: On the relationship between leadership and scholarly impact in international collaborations. Bornmann L, editor. *PLoS One*. 2019 Jun 20;14(6):e0218309.
- [30]. Dündar S, Gürçan ÖF, Karadağ İ. Analysis of G20 Countries in terms of Scientific Publication Performances. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim Fakültesi Derg. 2024 Jun 11;
- [31]. Shahabadi A, Amjadian S, Ghasemifar S, Shafieian M. The effect of the national brand on high-tech exports in selected countries. *J Innov Entrep*. 2023 Aug 31;12(1):54.
- [32]. Francisco JS. International Scientific Collaborations: A Key to Scientific Success. *Angew Chemie Int Ed*. 2015 Dec 7;54(50):14984–5.
- [33]. Robinson M. The CERN Community; A Mechanism for Effective Global Collaboration? *Glob Policy*. 2019 Feb 18;10(1):41–51.
- [34]. Bassler U. CERN: Europe's voyage to the infinitely small. *Europhys News*. 2023 Dec 11;54(5):20–1.
- [۳۵]. سید کاظم علوی پناه، علی اکبر موسوی موحدی. منشور هفتگانه برای همزیستی در جهان آینده. *نشا علم*. ۱۴۰۰؛ ۱۲(۱): ۹۸–۱۰۱.
- [16]. Fan C. Evolution of Strategic Scientific and Technological Power: The World and China,. *Bull Chinese Acad Sci*. 2021;36(5):533–43.
- [17]. Hu A, Zhou S, Xie Y. The Great Leap Development and Outlook of China's Scientific and Technological Strength (2000–2035). In 2025. p. 243–72.
- [18]. Bettine M. Gaining soft power by fostering science, technology, and innovation: dilemmas in international relations. *Sociol Int J*. 2022 May 4;6(2):67–72.
- [19]. Heng YK. Three Faces of Japan's Soft Power. *Asian Int Stud Rev*. 2017;18(1):171–88.
- [20]. López-Aranguren JL. Japan's Science and Technology Diplomacy: Society 5.0 and its International Projection. *Commun Soc*. 2023 Apr 4;225–39.
- [21]. Dubinsky Y. The Olympic Games, nation branding, and public diplomacy in a post-pandemic world: Reflections on Tokyo 2020 and beyond. *Place Brand Public Dipl*. 2023 Sep 10;19(3):386–97.
- [22]. Watson I. South Korea's State-led Soft Power Strategies: Limits on Inter-Korean Relations. *Asian J Polit Sci*. 2012 Dec;20(3):304–25.
- [23]. Lee ST, Kim HS. Nation branding in the COVID-19 era: South Korea's pandemic public diplomacy. *Place Brand Public Dipl*. 2021 Dec 15;17(4):382–96.
- [24]. Valieva J. Cultural Soft Power of Korea. *J Hist Cult Art Res*. 2018 Nov 30;7(4):207.
- [25]. Patterson WR. Smart power in reunified Germany. *J Power*. 2008 Dec;1(3):339–54.
- [26]. Abrantes M, Lacerda L, Mauduit JC. The Science Diplomacy Digital Index: new ways of measuring science diplomacy—the Lisbon study case in the year of 2021. *Front Polit Sci*. 2025 Oct 16;7.