در همهٔ تمدّنها، براساس نیاز افراد بشر برای فهم جهان و جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کنند، برای کسب انواع مختلفی از دانش تلاش شده است. بتدریج این تلاشها انسجام و سامان یافته و از این طریق، زمینه برای ظهور تحقیقات علمی فراهم شده است. هدف از تحقیقات، عمدتاً طراحی مدلهای نظری، آزمایشها و اندازه‌گیریهایی بوده است که بر مبنای آن بتوان به فهم و تفسیر پدیده‌های طبیعی و نیز درک و تشخیص ساختار ماده و موجودات ارگانیزمهای زنده، و غیره، نایل آمد. همگام با این تلاشها، پیدایش و توسعهٔ تکنولوژیهای نو به صورت یکی از ویژگیها و جنبه‌های اصلی جوامع صنعتی درآمده، که از نیمهٔ دوم قرن نوزدهم، این امر با تحقیقات علمی پیوند تنگاتنگ و وثیقی یافته است.

تحقیقات علمی و توسعهٔ تکنولوژیک در درازمدت در انحصار هیچ تمدنی باقی نخواهد ماند. علم و تکنولوژی از مواریث تاریخی بشر هستند: آنچه امروزه به منزلهٔ نقش پیشرو و هدایت کنندهٔ علم و

نظامهای علمی ـ تکنولوژیک: نگاه اجمالی به وضعیت جهانی

نویسندگان: پیر پاپون و رمی بارِ
مترجم: دکتر فاضل لاریجانی

تکنولوژی مطرح است، در واقع نتیجه‌ای است که از فرایندی طولانی و تکاملی حاصل شده و بتدریج نیز به ظهور «علم مدرن» و دانش فنی و تکنولوژی منجر شده است. هر تمدنی متناسب با شاکلهٔ اجتماعی خود، بر نوعی از نهادهای علمی صحّه و مهر تأیید می‌نهد به‌گونه‌ای که، فعالیتهای علمی و تکنولوژیک در همزیستی تنگاتنگ با ساختارهای فرهنگی و سیاسی جامعه ادامه یابند. در گذشته‌های دور، تمدنهای وابسته به مثل اروپایی، چینی و کشورهای اسلامی، چنان چهارچوب منسجم و شکل نسبتاً متکاملی به فعالیتهای علمی داده بودند که در برخی از حوزه‌های عملی نظیر نورشناسی، اصوات و مغناطیس به کشفیات علمی قابل توجهی دست یافتند. از همان اوایل، در بسیاری از شهرهای بزرگ جهان اسلام رصدخانه‌های نجومی احداث شده بود؛ از جمله رصدخانه‌های بغداد، قاهره و سمرقند که نقش عمده‌ای در توسعهٔ علم نجوم از قرن نهم به این طرف، داشته‌اند. همچنین، از جمله عوامل مهمی که توانسته است در اشاعه و گسترش دانش در کشورهای اسلامی تأثیر بسزایی برجای بگذارد، همانا سیستم آموزشی خاص این کشورهابوده‌است؛ به عنوان مثال از دانشگاه الازهر در قاهره به منزلهٔ یکی از دانشگاههای پیشرو در این خصوص می‌توان نام برد.

بر همین منوال، در حکومت امپراطوری چین، نظام اداری گسترده‌ای بنا شده بود که در آن تولید دانش علمی و تکنولوژیک از جایگاه رفیع و مهمی برخوردار بود. علم نجوم در چین، علم رسمی کشور محسوب می‌گشت؛ و با توجه به غالب بودن فعالیت کشاورزی در آن کشور، از منجمین برای رصد و محاسبهٔ تقویمهای رسمی استفاده می‌شد. وضعیت مشابهی نیز برای علوم ریاضی، فیزیک و مهمتر از همه، هیدرولیک در این کشور وجود داشت.

اکثر جوامع از همان مراحل اولیه در جستجوی ساختاری متعادل، پایدار و بادوام برای تولید «نظام‌مند» و سازمان یافتهٔ دانش علمی و تکنولوژیک بودند. همان فرایندی که امروزه تحقیق و توسعه[1] نامیده می‌شود. با تمام این احوال، تحقق کامل این امر در غرب و در اروپای قرن شانزدهم رخ داد، به طوری که علم با قطع وابستگی خود از فلسفه و الهیات، به مثابهٔ ساختاری نهادینه و پایدار در این کشورها مطرح شد. درخلال این مدت، توسعهٔ تجارت بین‌الملل همراه با کشفیات مهم دریانوردی سبب شد تا در اروپا طبقهٔ خاصی از بازرگانان ظهور کند که نسبت به ابداعات جدید تکنولوژیک علاقهٔ مفرطی از خود نشان می‌دادند. در آن زمان، برای مدتهای طولانی، فعالیت دانشمندان و پژوهشگران علمی، به محیط دانشگاهی و کرسی استادی در کالجها و دانشگاهها محدود می‌شد. اولین نهاد علمی در تاریخ مدرن غرب، مؤسسه‌ای است که در سال ۱۶۰۹ (میلادی) تحت نام «آکادمیا دی لینسای»[2] در رُم تأسیس یافت و گالیله نیز عضو آن بود. آکادمیهای علوم در لندن و پاریس را که به ترتیب در سالهای ۱۶۶۰ و ۱۶۶۶ (میلادی) تأسیس یافتند، درنوع خود می‌توانند از نهادهای واقعاً جدید و ابداعی به حساب آورد که رسالت اصلی خود را نیز در جایگزینی مباحث نظری فلسفی توسط نظریه‌های مأخوذ از مشاهده و تجربه می‌دانستند. این آکادمیها همچنین، درپی تعریف و وضع رابطهٔ جدیدی بین‌جهان دانش و قدرت و مرجعیت سیاسی بودند به‌گونه‌ای که، در پرتو این رابطهٔ جدید، تحقیقات علمی و تولید دانش از جایگاه اجتماعی و توجه سیاسی خاصی برخوردار شوند.

نهادینه شدن تحقیقات علمی، بخصوص از قرن نوزدهم به این طرف، ادامه و تحکیم یافت. دانشمندان، مدیران دوراندیش دانشگاهها و سیاستمداران روشن‌بینی در اروپا، به خوبی دریافته بودند که توسعهٔ دانش دیگر نمی‌تواند صرفاً به طور انفرادی و در انزوا از سوی اشخاصی هوشمند صورت پذیرد. تحقیق اساساً به منابعی درخور نیازمند است: آزمایشگاههایی همراه با وسایل و ابزار، استادانی با دستیارانی متشکل از تیمهای دانشجویی، کارکنان پژوهشی و تکنسینها.

■ اکثر جوامع از همان مراحل اولیه در جستجوی ساختاری متعادل، پایدار و بادوام برای تولید «نظام‌مند» و سازمان یافتهٔ دانش عملی و تکنولوژیک بودند: همان فرایندی که امروزه تحقیق و توسعه نامیده می‌شود.

تأسیس انجمن پژوهشی کیزر - ویلهلم[3] - که در حال حاضر انجمن ماکس پلانک برای پیشبرد علم نامیده می‌شود و مرکز اصلی آن در مونیخ است - نقطهٔ عطفی در این خصوص بود؛ زیرا برای اولین بار یک دولت رأساً نسبت به ایجاد نهادی تحقیقاتی در خارج از نظام دانشگاهی اقدام می‌کرد.

بعد از جنگ جهانی اول، بسیاری از کشورهای اروپایی از الگوی مذکور پیروی کردند که از جمله در فرانسه در سال ۱۹۳۹ (میلادی)، مرکز تحقیقات علمی (CNRS)[4] و در چین نیز آکادمی علوم تأسیس یافت. درخلال همین مدت، صنایع کشورها به احداث آزمایشگاههای تحقیقاتی خاص خود دست یازیدند و به این ترتیب نیز ابداعات علمی به منبعی برای نوآوریهای تکنولوژیک و بخصوص در حوزهٔ شیمی آلی درآمدند.

امروزه، علم و تکنولوژی (S&T) از ارکان و مؤلفه‌های اساسی فعالیت بشری محسوب می‌شوند. این دو عامل تا حدود زیادی تعیین کنندهٔ شکل آتی جوامع هستند چراکه از طریق این دو اهرم قوی است که دولتها می‌توانند از عهدهٔ خواستها و نیازهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی خود برآیند. با توجه به نقشی که تحقیقات علمی در ایجاد فهم جدید و نیز القای نوآوریهای تکنولوژیک دارد، بنابراین حمایت از تحقیقات علمی جزء لاینفک سیاستهای عمومی دولتها درآمده و به موازات همین امر، علم و تکنولوژی در بخشهای نظامی، اقتصادی، اجتماعی و راهبردهای صنعتی سهم قابل توجهی پیدا کرده است.

آنچه «نظام» علم و تکنولوژی را در سطح ملی و بین‌المللی تشکیل می‌دهد، حیطهٔ بسیار گسترده‌ای دارد که شمه‌ای از آن عبارتند از:

برنامه‌ریزی و تعیین اولویتها در تحقیقات؛ استفادهٔ بهینه از تحقیقاتی که مبتنی بر بودجهٔ عمومی هستند و به کارگیری نتایج تحقیقات در حوزه‌های مختلف؛ چگونگی القای نوآوریها و منحوظ داشتن آن در طراحی استراتژی تحقیقات صنعتی؛ سازماندهی همکاریهای بین‌المللی؛ تربیت نیروی متخصص و پژوهشگر. برای هدایت تمام این فعالیتها، افرادی علاقه‌مند و توانا ونیز نهادهایی مورد نیاز است که بتواند تصمیمات درستی اتخاذ کنند.

سیاستهای ملی تحقیقات و تکنولوژی در واقع در خدمت زنده و فعال‌نگه‌داشتن این نظام و نیز متحول ساختن آن است. طراحی این‌گونه سیاستها در سطح ملی عمدتاً از وظایف وزیران مسؤول امور تحقیقات است که بتوانند اهداف به روز را تبیین و تعریف کنند و متناسب با اهداف، انتخابها و تصمیم‌گیریهای درستی در پیش بگیرند.

اهداف اصلی تحقیق و تکنولوژی

امروزه تحقیقات علمی، نظیر اکثر امور مربوط به توسعهٔ تکنولوژیک، نیازمند طیف وسیعی از مهارتها و تخصصهاست و سطوح مختلفی از استادان و دانشمندان دانشگاهی تا مهندسان و تکنسینها را شامل می‌شود. نقش و کارکرد هر یک از حِرَف و تخصصهای ذی‌ربط متفاوت از یکدیگر هستند اما به طور کلی می‌توان آنها را به پنج مقولهٔ اصلی تقسیم کرد:

تولید دانش پایه‌ای در زمینهٔ علوم و تکنولوژی

هدف اصلی در تحقیقات بنیادی و یا پایه‌ای، تولید دانش محض و پایه‌ای است که عمدتاً در زمرهٔ اهداف دراز مدت محسوب می‌شود. نتایج این گونه تحقیقات معمولاً به صورت درونداد شبکهٔ اطلاعات علمی و یا به صورت مقالات در مجلات علمی ـ تخصصی ـ که با احتساب همهٔ رشته‌ها، بالغ بر ۷۵۰۰۰ عنوان مجلهٔ علمی ثبت شده است ـ منتشر و یا در جلسات و کنفرانسها عرضه می‌شود.

آموزش

در اغلب نظامهای دانشگاهی، خود استادان نیز به کارهای پژوهشی می‌پردازند. این امر، هم کیفیت آموزش عالی را افزایش می‌دهد و هم برای راهنمایی دانشجویان برای پایان‌نامه‌های و دوره‌های عالی تحصیلاتی بسیار مفید و مؤثر است. اما امروزه آموزش فقط به دانشگاهی محدود نمی‌شود، بلکه در آزمایشگاههای دولتی و غیردولتی و نیز تحت برنامه‌های همکاریهای بین‌المللی توسط دانشمندان و مهندسان پژوهشگر، صورت می‌پذیرد.

تأمین دانش و مهارتهای فنی مورد نیاز جامعه

یکی از نیازهای جامعه، تدوین سیاستهای عمومی[5] و نحوهٔ اجرای آنهاست. بخش قابل ملاحظه‌ای از فعالیتهای حکومتی تعریف ضوابط و مقررات و روشهای مختلفی است که چه در تدوین و چه در اجرای آنها، مهارتهای علمی و بررسیها و ارزیابیهای تکنولوژیک مورد نیاز است. این گونه امور شامل عملیات کنترل کیفیت محصولات جدید (در زمینه‌های مختلف غذایی، دارویی، صنعتی و غیره...)، ارزیابی خطرهای صنعتی و تکنولوژیک، مراقبت و نظارت بر کیفیت آب نیز می‌شود. به انجام رساندن تمامی موارد گفته شده، متخصصانی را می‌طلبد که عمدتاً برای نهادها و مؤسسات عمومی و دولتی کار می‌کنند. در حوزه‌هایی نظیر محیط زیست، بهداشت‌عمومی و صنایع غذایی، مهارتهای فنی و کارشناسی می‌تواند از طریق ارائه گزارشهای مربوط به ارزیابیها، آسیب‌شناسیها و تجزیه و تحلیل وضعیت و نیز طرح همه نوع سؤالهای فنی و حرفه‌ای (از قبیل وضعیت محیط‌زیست، ایمنی واحدهای صنعتی و غیره...) نقش بسیار با اهمیت در جامعه ایفا کند. در اغلب کشورها، نهادهای تحقیقاتی دارای کارکرد دوگانه‌ای هستند؛ از سویی به پیشبرد و ترغیب تحقیقات در زمینهٔ مورد نظر می‌پردازد و از سوی دیگر، دانش و مهارتهای مورد نیاز دولت را عرضه می‌کنند. به این ترتیب، گسترش تحقیقاتی علمی و تکنولوژیک در سطوح عالی، دولتها را برآن می‌دارد تا به مشاوره‌های علمی و مهارتی که برای انجام‌دادن مسؤولیتهای و وظایفشان لازم دارند، روی بیاورند.

مشارکت و مدخلیّت در برنامه‌های ملی راهبردی

دولتهای مدرن غالباً دارای اهداف راهبردی هستند که در معنای وسیع کلمه نشانگر و معرف اولویتهای ملی آن کشورهاست. این اهداف و اولویتها تاحدود زیادی برگرفته از زبان و منطق قدرت هستند: برای مثال، کشورها عموماً خواهان نظام تسلیحاتی پیچیده بدون وابستگی به دانش فنی دولتهای خارجی هستند. همچنین، آنها علاقه‌مند به داشتن ماهواره هستند برای آنکه مطمئن باشند که بر سیستم مخابراتی و ارتباطی خود کنترل دارند و نیز در زمینهٔ انرژی مسیر خودکفایی و استقلال را تعقیب می‌کنند.

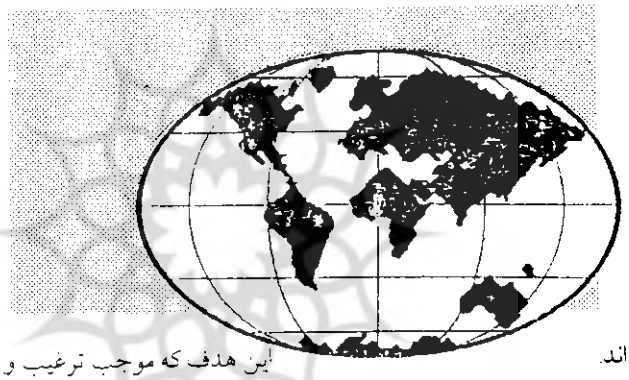
برای نیل به اهداف ملی، ناگزیر باید به برنامه‌ریزی در مقیاس وسیع برای تحقیقات تکنولوژیک و توسعه (R&D) پرداخت و آنها را از طریق مؤسسات و نهادهای تحقیقاتی دولتی به اجرا درآورد. این برنامه‌ها که در مواردی تحقیقات مربوط به هوا ـ فضا و یا تحقیقات هسته‌ای را نیز شامل می‌شوند، در برخی از کشورهای صنعتی توسط آزمایشگاههای شرکت و بنگاههای صنعتی (چه در بخش دولتی و چه در بخش خصوصی) به اجرا درمی‌آیند. دستاورد این گونه کارهای تحقیقاتی که در واقع خمیرمایهٔ رقابتهای بین‌المللی را تشکیل می‌دهند، معمولاً انتشار نیافته باقی می‌مانند و از اصول بازار آزاد تبعیت نمی‌کنند. در سالهای اخیر نیز این مفهوم از برنامه‌ریزی راهبردی (استراتژیک) به بخشهای کلیدی صنعتی از قبیل مخابرات و ارتباطات و ساخت روباتها تعمیم یافته است.

نوآوری صنعتی

مرحله به اصطلاح تحقیق و توسعه، پیش از اولین استفاده و کاربرد و یا تجاری شدن کالا و یا خدمات رخ می‌دهد. به این ترتیب که

دانشمندان و مهندسان پژوهشگر عموماً در شرکتهای صنعتی درگیر توسعهٔ محصولات و تولیدات جدید و یا فرایندهایی که باید صنعتی شده و وارد بازار گردد، می‌شوند. اگرچه همهٔ نوآوریها منتج از کارهای پژوهشی نیستند و واحدهای مهندسی و طراحی، حوزه‌های ساخت و تولید، صنایع سنگین و صنایع خدماتی نیز در زمرهٔ منابعی برای نوآوری محسوب می‌شوند (برای نمونه، سیستم‌های نرم‌افزاری خودشان به طور فزاینده‌ای نوآوری به حساب می‌آیند).

در مقایسه با تحقیقات علمی، می‌توان جواز امتیاز[6] (مربوط به ثبت اختراعات) را محصول و تولید فعالیتهای تکنولوژیک دانست. هر چند که مشابه یک نشریه علمی، بیشتر به عنوان سرمایه‌ای بالقوه و نامحسوس تلقی می‌شود، اما از آنجا که صاحب جواز، امتیازی انحصاری را در اختیار دارد که از ارزش تجاری و اقتصادی برخوردار است. بنابراین از این حیث با انتشارات علمی متفاوت است. در جواز امتیاز، اختراع خاصی در زمینهٔ فرایند صنعتی یا یک محصول و تولید جدید و نوع جدیدی از مواد تشخیص داده شده و به ثبت رسیده است. در همهٔ حوزه‌های تکنولوژی در سال ۱۹۹۱ (میلادی)، حدود ۸۱ هزار جواز امتیاز در امریکا به مخترعان از ملیتهای مختلف اعطا شد (در مقایسه با ۶۲ هزار جواز امتیاز در سال ۱۹۸۶) و ۴۱ هزار جواز امتیاز نیز در اروپا مستقیماً از کانالهای اروپایی به ثبت رسیده‌اند.



به طور کلی، تمامی این فعالیتهای علمی و تکنولوژیک در مفهومی تبلور و تجسم یافت که بتدریج در سالهای ابتدایی دههٔ ۱۹۶۰ (میلادی) به صورت مفهوم «تحقیق و توسعه» (R&D) بروز یافت. اقداماتی که از سوی سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) بر روی آمارهای مربوط به هزینه‌ها و بودجه‌های تحقیقاتی صورت گرفت، نقش مهمی را در رسیدن به موافقتنامه‌ای تحت عنوان «دستورالعمل فراسکاتی»[7] که در سی سال اخیر مدنظر متخصصان بوده است، ایفا کرد. در این دستورالعمل، سه نوع از فعالیتهای تحقیق و توسعه تعریف و متمایز شده است:

تحقیق پایه‌ای و یا بنیادی به همهٔ پژوهشهای نظری و تجربی اطلاق می‌شود که برای کسب دانش پایه‌ای مربوط به حوادث و پدیده‌های عینی، انجام می‌شود، بودن آنکه پژوهشگران و دانشمندان از قبل هیچ‌گونه کاربردی احتمالی برای کارشان متصور باشند. افراد بزرگ و نامداری در جهان علم از قبیل ماکس پلانک[8]، ماری‌کوری[9]، وانتاکا رامان[10] و ژاک مونو[11] با این ذهنیت و طرز تلقی کار کردند و به پژوهش پرداختند و این حیث هم می‌توان آنان را «بنیادگرا» نامید.

تحقیق کاربردی به آن دسته از پژوهشهای ابداعی اطلاق می‌شود که هدف اصلی آنها کسب دانش جدید در زمینهٔ کاربردیهای عملی (مثلاً در صنعت) است. کارهای لویی پاستور در قرن نوزدهم راجع به بیماری کرم ابریشم و غیره... از مقولهٔ تحقیقات کاربردی محسوب می‌شوند، اگرچه برخی از کشفیات وی در مسیر کارهای تحقیقاتیش از ماهیت «بنیادی» برخوردار بودند.

مقولهٔ سوم از کارهای تحقیقاتی عبارت است از: توسعهٔ تجربی. این مقوله شامل فعالیتی نظام‌مند است مبتنی بر دانش موجود که از تحقیقات و یا تجربه عملی حاصل نشده و با هدف ساخت محصولات جدید یا توسعهٔ فرایندهای صنعتی جدید. به عنوان مثال، کشف پلیمرهای جدید در آزمایشگاههای تحقیقاتی منجر به ساخت پلاستیک شد، اما انتقال به مرحلهٔ صنعتی آن زمانی امکانپذیر شد که سرمایه‌گذاری برروی کارهای توسعه‌ای بیشتری برای ایجاد طرح پیلوت و بررسیها و تعدیلهای لازم صورت گرفت.

با وجود تقسیم‌بندی که درنوع‌شناسی تحقیقات به عمل آمده است، در نحوهٔ ارتباط بین سه مقولهٔ تحقیقات و مخصوصاً مرزبندی بین تحقیقات پایه‌ای و تحقیقات کاربردی، تا حدودی ابهام وجود دارد. اما درخصوص مقولهٔ تحقیقات توسعه‌ای تقریباً وضوح دارد که در تمامی نظامهای ملی علم و تکنولوژی، اساساً شرکتهای تجاری و برخی سازمانهای دولتی تکنولوژیک هستند (نظیر مؤسسات تحقیقاتی نفت و یا نیروگاههای هسته‌ای) که به این مقوله می‌پردازند و آن هم با این هدف که موجب ترغیب و رشد نوآوریهای صنعتی شود و یا اینکه برنامه‌های راهبردی دولت تحقق یابد. تحقیقات بنیادی با مسألهٔ آموزش پیوند وثیقی دارد در حالی که تحقیقات کاربردی غالباً با مؤسساتی که به آموزش فنی و حرفه‌ای و یا مؤسساتی که به تربیت کادر متخصصان مورد نیاز برای سیاستگذاریهای عمومی و یا توسعهٔ برنامه‌های راهبردی دولت می‌پردازند و همچنین با آزمایشگاههای تحقیقات صنعتی سروکار دارد.

به علاوه، اگرچه مفهوم توسعه در زمینهٔ فعالیتهای صنعتی تا حدود زیادی روشن است، اما در ارتباط با حوزهٔ نظامی از قبیل توسعهٔ اسلحه‌های جدید) با ابهام مواجه می‌شود. بنابراین، در تجزیه و تحلیل راهبردهای ملی تحقیق و توسعه باید محتاط بود، زیرا دربرخی از کشورها مفهوم توسعه به گونه‌ای تعمیم یافته که فعالیتهایی با اهداف نظامی را نیز دربرمی‌گیرد.

متشابهاً، دوگانگی و تمایز بین تحقیقات بنیادی و کاربردی، چه از دیدگاه علمی و چه از بُعد اقتصادی، گاهی معنادار نخواهد بود. به عنوان مثال، آیا تحقیقات در مورد نقش کربن دی‌اکسید و موادشیمیایی دیگر در «تأثیرات گلخانه‌ای»[12] در زمرهٔ تحقیقات بنیادی محسوب می‌شوند و یا تحقیقات کاربردی؟ در بسیاری از حالتها دیده می‌شود که این تمایز قابل تردید است. از این رو، دربرخی از کشورهای صنعتی و یا در حال توسعه که دارای بخش

تحقیقات عمومی بسیار گسترده‌ای هستند، ناگزیر می‌باید بین هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ عمومی که به تحقیقات پایه‌ای (و یا بنیادی) اختصاص می‌یابند از یک طرف، و مواردی که برنامه‌های تحقیقاتی با در نظر گرفتن منافع جمعی اختصاص می‌یابند از طرف دیگر، تمایز قائل شد. سازمانهای تحقیقاتی عمومی، در حوزه‌هایی نظیر بهداشت عمومی، محیط زیست، انرژی، مخابرات و ارتباطات و حمل نقل، هم به انجام دادن تحقیقات پایه‌ای و هم تحقیقات کاربردی می‌پردازند.

در فرهنگ انگلوساکسونی مربوط به اصطلاحات R&D، به این گونه از تحقیقات که در مرز بین تحقیقات پایه‌ای و کاربردی قراردارند و بیشتر با هدف برآوردن نیازی اجتماعی انجام می‌شوند، تحقیقات «هدفمند» و یا «جهت‌یافته» می‌گویند. به این ترتیب، این مقوله، بخش قابل توجهی از تحقیقات در حوزهٔ علوم زیست پزشکی (به عنوان مثال، تحقیقات در زمینهٔ ویروس HIV یا در خصوص امراض مناطق استوایی)، درحوزهٔ محیط زیست، کنترل انرژی، علوم مهندسی و تحقیقات تکنولوژیک پایه‌ای در پردازش اطلاعات و روباتیک را دربرمی‌گیرد. به این گونه تحقیقات، معمولاً در مؤسسات تحقیقاتی در بخش عمومی و بیشتر مرتبط با سیاستگذاریهای ملی عمومی پرداخته می‌شود.

■ برای نیل به اهداف ملی، ناگزیر باید به برنامه‌ریزی در مقیاس وسیع برای تحقیقات تکنولوژیک و توسعه (R&D) پرداخت و آنها را از طریق مؤسسات و نهادهای تحقیقاتی دولتی به اجرا درآورد.

شاخصها

شاخصهی علمی و تکنولوژیک، واحدهایی کمی هستند برای اندازه‌گیری عواملی که معرف و مشخص کنندهٔ وضعیت و میزان فعالیت نظامهای تحقیقاتی و تکنولوژیک هستند. این گونه شاخصها مورد استفادهٔ طیف گسترده‌ای از اشخاص و مسؤولان قرارمی‌گیرد از قبیل، قانونگذاران، سیاستگذاران علمی، تحلیل‌گران راهبردی و همچنین برای ارزیابیهای برنامه‌ای و نیز بررسیهای مربوط به علم و تکنولوژی و غیره... شمار زیادی از مسؤولان و هدایت کنندگان امور علم و تکنولوژی به طور مستمر مواجه با تصمیم‌گیریها و انتخابهایی هستند که می‌باید مبتنی بر چنین شاخصهایی صورت گیرد.

در این بررسی از وضعیت جهانی، سه نوع شاخص و معیار به کار رفته است که مقایسهٔ بین کشورها و یا بین مناطق را ممکن سازد.

منابعی‌که‌به فعالیتهای علمی‌و تکنولوژیک اختصاص یافته‌اند

به ارائهٔ بررسیهای ملی از هزینه‌های تحقیق و توسعه و نیروی انسانی علمی و اندازه‌گیری منابع در سطح کشورها پرداخته می‌شود.

اندازه‌گیری تولید علمی از طریق انتشارات

فعالیت علمی از طریق میزان تولید نشر علمی (Science Bibliometry) اندازه‌گیری می‌شود. انتشارات در واقع از تولیدات اساسی کار علمی است، اما از علم گونه‌های دیگری از «تولید ت» نیز حاصل می‌شود: مانند آموزش عالی و کارشناسان متخصص فنی. در اینجا، شاخص مدنظر فقط بر روی یکی از جنبه‌های ویژهٔ تحقیق علمی متمرکز می‌شود.

برای محاسبهٔ شاخصها از بانک اطلاعاتی SCI (Science Citation Index) که توسط موسسه ISI(Institute for Scientific Information) ایجاد شده‌اند، استفاده شده است. در بانک اطلاعاتی ، مقالات حدود ۳۵۰۰ مجلهٔ علمی به ثبت رسیده است که در هشت رشته تقسیم‌بندی شده‌اند.

اندازه‌گیری تولید تکنولوژیک از طریق جواز امتیاز

فعالیت تکنولوژیک از طریق میزان ثبت جواز امتیاز اختراعات (Patent Bibliometry) اندازه‌گیری می‌شود، که نشانگر سطح ابداعات و خلاقیت تکنولوژیک برای مقاصد صنعتی است.

شاخصهای به کاررفته برای این منظور به تفصیل در گزارش جهانی علم در سال ۱۹۹۳ (میلادی) تعریف شده‌اند. با وجود نارساییها، این شاخصها پذیرش عام یافته‌اند و مؤثرترین وسیله برای اندازه‌گیری و مقایسه فعالیتهای علمی و تکنولوژیک درجهان به شمار می‌روند. برخی از محدودیتها و نارساییهایی که این شاخصها با آن مواجه‌اند به اختصار در ذیل بیان شده‌اند:

در زمینهٔ شاخصهای منابع، مشکل از تعریف فعالیت پژوهشی و پژوهشگر ناشی می‌شود که می‌تواند از یک کشور به کشور دیگر به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت باشد. به علاوه، نبود نرخ تبدیل مطمئنی که بتواند «قدرت خرید» را برای کشورهای مختلف قابل مقایسه کند و یا تبدیل آن به واحد پول رایج درسطح بین‌المللی را امکانپذیر سازد، از دیگر اشکالات است.

در خصوص شاخص تولید علمی (انتشارات)، اشکالی که ممکن است در ارزیابیها به وجود آید ناشی از مجلات علمی انتخاب شده در بانک اطلاعاتی مورد نظر ـ در اینجا SCI و Campumath ـ است و آیا باوجود تمام شرایطی که برای انتخاب مجلات علمی درنظر گرفته شده اینطور نیست که سهم مجلات علمی کشورهای صنعتی و آن هم به زبان انگلیسی نسبت به سایر مجلات علمی بیشتر در نظر گرفته شده است؟

این سؤال موضوع بحثهای بسیاری بوده است و بیانگر مشکلی اساسی در مورد نشر تحقیقات انجام شده در کشورهای در حال توسعه است. معمایی که دانشمندان کشورهای درحال توسعه با آن مواجه‌اند این است که: اگر نتایج کارهای پژوهشی‌شان را در مجلات داخلی منتشر سازند، از آنجا که این مجلات عموماً در سطح

بین‌المللی توزیع نمی‌شوند، در آن صورت در بانکهای اطلاعاتی معتبر ثبت نخواهند شد و اگر سعی کنند که مقالاتشان در مجلات علمی و مشهور بین‌المللی منتشر شود، باعث رکورد و افول مجلات علمی داخلی و ملی می‌شوند. از همین روی نیز، ناشران مجلات علمی داخلی همواره از اینکه در بانکهای اطلاعاتی معتبر مورد پذیرش واقع نمی‌شوند، ناراضی هستند.

درمورد شاخصهای تولید تکنولوژی که بر حسب میزان جواز امتیاز و ثبت اختراعات اندازه‌گیری می‌شود، تنها ابهامی که در ارزیابیها ممکن است ایجاد شود، ناشی از تعبیر و تفسیر است که می‌توان از شاخصها به عمل آورد.

اولین امکان عدم یکسانی از این واقعیت ناشی می‌شود که شرکتها ممکن است راهبردهای مختلفی در تعریف و قبول اختراعات و صدور جواز امتیاز داشته‌باشند به گونه‌ای که یک قابلیت مشابه ممکن است به تعداد مختلفی جواز امتیاز منجر شود.

دومین امکان نابرابری در ارزیابیهایی مبتنی بر این شاخص از این امر ناشی می‌شود که در هر کشوری، شرکتهای موجود در آن کشور سعی در به ثبت رساندن اختراعات بیشتری هستند زیرا که دسترسی به بازار بومی نزدیکتر و سهلتر است. از این رو، برای فایق آمدن بر این مشکل این شاخص بر حسب جواز امتیاز در دو بازار آزاد عمده، یعنی ایالات متحدهٔ امریکا و اروپا، اندازه‌گیری شده‌اند. با این وجود، فعالیت تکنولوژیک کشورهایی که صادرات به ایالات متحده، امریکا و اروپا را تعقیب نمی‌کنند، در این ارزیابی به درستی منعکس نمی‌شود.

به این ترتیب، باید این نکتهٔ مهم را به خاطر داشت که هر شاخصی فقط یک جنبه از واقعیت را منعکس می‌کند: برای مثال، شاخصهای مربوط به منابع تحقیقات چیزی راجع به نتایج تحقیقات بیان نمی‌کند؛ شاخصهای انتشارات علمی راجع به آموزش و تربیت متخصصان فنی هیچ چیز نشان نمی‌دهد؛ شاخصهای جواز امتیاز هیچ چیز راجع به حوزه‌هایی از تکنولوژیهای که در آن جواز امتیازی اعطا نشده، نمی‌گوید. از این رو، صرفاً با در نظر گرفتن شاخصها با همدیگر ممکن است به تصویر معنادارتری برسیم زیرا هیچ واحدی و معیاری برای اندازه‌گیری نظامهایی به این پیچیدگی نمی‌توان یافت.

■ شاخصهای علمی و تکنولوژیک، واحدهایی کمی هستند برای اندازه‌گیری عواملی که معرف و مشخص کنندهٔ وضعیت و میزان فعالیت نظامهای تحقیقاتی و تکنولوژیک هستند.

منابع مالی و نیروی انسانی

بررسی‌ای که از میزان مخارج ناخالص مربوط به فعالیتهای تحقیق و توسعه (GERD)[13] در مناطق مختلف جهان به عمل آمده، حاکی از آن است که در این خصوص بیشترین نقش را کشورهای عضو OECD[14] ایفا کرده‌اند (جدول ۱). بر حسب این بررسی، حدود ۸۵ درصد از کل هزینه‌های مربوط به علم و تکنولوژی در جهان، به کشورهای مزبور اختصاص یافته است. همچنین، قابل ذکر است که کشورهایی که اخیراً در زمرهٔ کشورهای صنعتی قرار گرفته‌اند (NICs)[15]، همراه با کشورهایی نظیر هند و چین، روی‌هم رفته سهمی معادل با ۱۰ درصد از کل فعالیتهای تحقیق و توسعه در جهان را دارا هستند. اگر ژاپن، استرالیا، زلاندنو و سایر کشورهای خاور دور نیز به این مجموعه اضافه شوند، آنگاه این رقم به بالغ بر ۲۶ درصد افزایش می‌یابد.

برای پی‌بردن به ویژگی دیگری از فعالیتهای GRED[16]، آن را نسبت به تولید ناخالص ملی (GDP) ـ که ۶۲ درصد از کل تولید ناخالص ملی جهان مربوط به کشورهای OECD می‌شود ـ می‌سنجیم. مشاهده می‌شود که ایالات متحدهٔ امریکا و ژاپن بالاترین نسبت GERD/GDP یعنی برابر با ۲/۸ درصد را حائز هستند و کشورهای اروپایی (اتحادیهٔ اروپایی به انضمام کشورهای EFTA[17] و اسراییل (کشور اشغالگر قدس) حدود ۲ درصد آن را و کانادا، استرالیا و زلاندنو، کشورهای اروپای شرقی و مرکزی و کشورهای NIC وضعیت میانه‌ای با نسبتهایی بین ۱/۲ درصد و ۱/۵ درصد را دارا هستند.

هند، چین و کشورهای مشترک المنافع دولتهای مستقل (CIS)[18] از نسبت GERD/GDP برابر با تقریباً ۱درصد برخوردارند، در حالی که بقیهٔ مناطق جهان نسبتی پایینتر از نیم درصد را دارا هستند (به استثنای کشورهای افریقای جنوبی، برزیل و آرژانتین که درصدهای مربوط به آنها کاملاً بالاتر از درصد متوسط منطقه‌شان است).

هنگامی که وضعیت توزیع نیروی انسانی تحقیق و توسعه در جهان را در نظر بگیریم (جدول ۲)، تصویر دیگری از فعالیتهای مربوط به تحقیق و توسعه در جهان ظاهر می‌شود: تقریباً نیمی از جمعیت دانشمندان و مهندسان جهان به کشورهای OECD تعلق دارد، و این در حالی است که کشورهای آسیایی از هند تا ژاپن، یک سوم از تعداد کل جهانی را دارا هستند. همچنین، کشورهای افریقایی ۶درصد، امریکای لاتین ۴ درصد و کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک ۳ درصد از جمعیت کل جهانی دانشمندان و مهندسان را به خود اختصاص داده‌اند.

اگر ارقام مربوطه را نسبت به جمعیت کل در کشورها بسنجیم، به تمایز آشکاری بین کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه می‌رسیم. در کشورهای صنعتی این نسبت به رقمی معادل و یا بالاتر از ۲ در هر ۱۰۰۰ نفر و در ژاپن حتی به رقمی بالاتر از ۴/۱ می‌رسد، در حالی که در کشورهای در حال توسعه بین ۰/۱ و ۰/۴ در هر از ۱۰۰۰ نفر تغییر می‌کند. کشورهای CIS و NIC از وضعیتی میانی با

جدول ۱ـ مخارج ناخالص ملی مربوط به فعالیتهای تحقیق و توسعه (GERD)، تولید ناخالص ملی (GDP) و نسبت GRED/GDP برای مناطق مختلف در جهان، ۱۹۹۲.

	GERD	GDP	GERD/GDP(%)
European Union	117.67	6079	1.9
European Free Trade Association	5.47	233	2.3
Central and Eastern European Countries	2.89	188	1.5
Israel	1.24	64	1.9
Commonwealth of Independent States	4.13	496	0.9
USA	167.01	5953	2.8
Canada	8.13	537	1.5
Latin America	3.93	1063	0.4
North Africa	0.72	160	0.4
Middle and Near East	3.11	598	0.5
Sub-Saharan Africa	1.09	245	0.4
Japan	68.31	2437	2.8
NICs	10.73	824	1.3
China	22.24	3155	0.7
India	7.10	940	0.8
Other countries in Far East	0.69	982	0.1
Australia and New Zealand	4.12	341	1.2
World total	**428.58**	**24295**	**1.8**

Sources: OECD (for OECD countries); European Commission (1994) European Report on Science and Technology Indicators. Luxembourg: Office for Official Publications of the European communities (for the other countries for which GDP and GERD are presented at purchasing power parity rate); UNESCO (for the countries for which GDP and GERD are presented at the exchange rate of the national currencies). Adjustments and estimates for incomplete data from OST,1995.

نسبتهایی به ترتیب برابر با ۱/۶ و ۱/۵ در هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت برخوردارند.

تولید علمی

ارقام مربوط به تولید علمی برای مناطق مختلف جهان، که از طریق میزان انتشارات علمی آنها سنجیده می‌شود (جدول ۳)، حاکی از آن است که حدود ۸۵ درصد از میزان کل نشر علمی در جهان به کشورهای OECD تعلق دارد که این میزان متناسب است با میزان هزینه‌های تحقیق و توسعه در آن کشورها. امریکای شمالی حدود ۴۰ درصد و اروپا (اروپای EU[۱۹] به انضمام EFTA کشورهای اروپای شرقی و مرکزی) بالغ بر ۳۵ درصد از کل تولید علمی در جهان را به خود اختصاص داده‌اند. کشورهای آسیایی از هند تا ژاپن (همچنین شامل استرالیا و زلاندنو) سهمی معادل با ۱۵/۶ درصد از میزان کل جهانی را دارا هستند که به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از میزان سهم‌شان در هزینه‌های تحقیقاتی است.

تجزیه و تحلیل آمار مربوط به انتشارات علمی در سطح جهانی در ده سال گذشته نشان می‌دهد که در کشورهای CLS میزان انتشارات علمی با ضریبی تقریباً برابر ۲ کاهش یافته است، در حالی که سهم انتشارات علمی مربوط به کشورهای NIC و چین هر یک به ترتیب با ضرایب ۴/۱ و ۳/۵ افزایش یافته است.

امریکای لاتین، افریقای جنوبی، خاور نزدیک و خاورمیانه و سار کشورهای خاوردور در زمرهٔ کشورهای در حال توسعه‌ای هستند که میزان سهم آنها از تولیدات علمی، افزایش یافته است. از میان کشورهای صنعتی، کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا، کانادا و همچنین ژاپن در حال افزایش سهمشان نسبت به کل تولیدات علمی در جهان هستند.

یکی از جنبه‌های قابل ملاحظهٔ حاصل از بررسی آماری در این مورد آن است که نواحی مختلف در جهان نوعی گرایش به سمت تخصصی شدن (قوی‌تر شدن) در حوزه‌های مختلف علمی را نشان می‌دهند: به این معنی که در برخی از مناطق در رشته‌های علمی خاصی بالاتر از میزان متوسط از سهم جهانی‌شان، تولیدات علمی دارند و به همین ترتیب نیز در بعضی از رشته‌های علمی، گرایش به عدم تخصص (یا به طور نسبی ضعیفتر شدن) وجود دارد (جدول ۴).

کشورهای اروپایی در رشته‌های مختلف علمی در مجموع از وضعیت متعادلی برخوردارند با این ویژگی که در رشته‌های علوم پزشکی قوی هستند و در علوم مهندسی از ضعف نسبی

جدول ۲ـ تعداد دانشمندان و مهندسان پژوهشگر تحقیق و توسعه و نسبت آنها به جمعیت در مناطق مختلف جهان، ۱۹۹۲.

	R&D Scientists and engineers ('OOOs)	Population (millions)	R&D Scientists per thousand population
European Union	740.9	369.0	2.0
European Free Trade Association	32.6	11.9	2.7
Central and Eastern European Countries	285.5	131.0	2.2
Israel	20.1	5.4	3.8
Commonwealth of Independent States	452.8	283.0	1.6
USA	949.3	257.5	3.7
Canada	64.6	27.8	2.3
Latin America	158.5	464.6	0.3
North Africa	81.6	219.7	0.4
Middle and Near East	117.4	465.9	0.3
Sub-Saharan Africa	176.8	482.6	0.4
Japan	511.4	124.8	4.1
NICs	136.7	92.5	1.5
China	391.1	1205.0	0.3
India	106.0	887.7	0.1
Other countries in Far East	60.3	513.5	0.1
Australia and New Zealand	48.5	21.2	2.3
World total	**4334.1**	**5563.1**	**0.8**

Sources: OECD; European Commission (1994) European Report on Science and Technology Indicators; UNESCO; OST estimates and treatment, 1995.

برخوردارند. در امریکای شمالی، تصویر متفاوتی به چشم می‌خورد؛ زمینه‌های علمی قوی در این کشور عبارتند از علوم مهندسی، فضا، زمین. تحقیقات زیست پزشکی و زمینه ضعیف آن، شیمی است. کشورهای صنعتی آسیا، الگوی کاملاً متفاوتی را نشان می‌دهند: نقاط قوت در حوزه‌های شیمی، فیزیک و علوم مهندسی و در مقابل، در حوزه‌های زیست‌شناسی، ریاضیات و علوم فضا و زمین از حد متوسط نیز پایینتر هستند.

کشورهای CIS در زیست‌شناسی بسیار ضعیف‌اند، اما در زمینه‌های فیزیک، شیمی و علوم فضا و زمینی بسیار قویتر هستند.

کشورهای که توسعه‌یافته گرایش به تخصص یافتن در علوم فضا و زمین و زیست‌شناسی دارند در حالی که در زمینهٔ تحقیقات زیست‌پزشکی ضعیف هستند. کشورهای اسلامی و کشورهای خاور دور غیر از ژاپن و کشورهای NIC، گرایش خاصی به حوزه‌های ریاضیات، شیمی و علوم مهندسی نشان می‌دهند و کشورهای امریکای لاتین بر رشتهٔ فیزیک تأکید بیشتری می‌ورزند.

تولید تکنولوژیک

همان گونه که ارقام مربوط به جواز امتیازها (ثبت ابداعات) در کشورهای اروپایی نشان می‌دهد (جدول ۵)، بیشترین ظرفیت تکنولوژیک از آن کشورهای اروپایی است (تقریباً ۵۰ درصد از ظرفیت کل جهانی. در مقابل، امریکا (۲۷ درصد) و ژاپن (۲۱درصد). ظرفیت تکنولوژیک هیچ کشور دیگری بالاتر از

جدول ۳ـ تولید علمی برحسب میزان انتشارات، ۱۹۹۳.

	World share 1993 (%)	1993 index (base 1982=100)
European Union	31.5	107
European Free Trade Association	1.7	100
Central and Eastern European Countries	2.3	87
Israel	1.0	90
Commonwealth of Independent States	4.8	56
USA	35.3	96
Canada	4.5	108
Latin America	1.5	127
North Africa	0.4	111
Middle and Near East	0.6	186
Sub-Saharan Africa	0.8	89
Japan	8.1	119
NICs	1.4	412
China	1.2	347
India	2.1	83
Other countries in Far East	0.1	113
Australia and New Zealand	2.7	94
World total	**100.0**	

Sources: ISI data (SCI. Compumath): OST treatments, 1995.

۱درصد نیست. در مسیر تحولات و در طی مدت شش سال، کشورهای اتحادیهٔ اروپا، ۹ درصد از سهم‌شان را از دست داده‌اند (Index 91)، در حالی که ایالات متحدهٔ امریکا، ۳ درصد و ژاپن ۲۹ درصد را به دست آورده‌اند؛ کشورهای NIC در خلال همین مدت سهم‌شان با ضریب ۲/۴ افزایش یافته است.

از منظر اطلاعات و آمارهای مربوط به ثبت ابداعات در امریکا، تصویر حاصله از بعضی جهات متفاوت است: ایالات متحدهٔ امریکا، به میزان ۴۸/۷ درصد از ظرفیت تکنولوژیک کل جهان را به خود اختصاص داده است، در حالی که اتحادیهٔ اروپا و ژاپن به ترتیب سهمشان برابر با ۱۸/۶ درصد و ۲۵ درصد است. از این رو دیده می‌شود که ژاپن در آمارهای امریکایی قویتر است تا در آمارهای مربوط به اروپا. به علاوه، ژاپن حتی در مسیر تحولات قویتر شده (با افزایش ۱۱ درصد در سهم خود از کل ظرفیت جهانی درخلال شش سال) و به دنبال آن، ایالات متحدهٔ امریکا با رشد کمتری قویتر شده (با افزایش ۵ درصد در خلال همین مدت)؛ اما کشورهای اتحادیهٔ اروپا به نحوه چشمگیری رو به افول هستند (کاهشی در حدود ۲۴ درصد). یکی از جنبه‌های بارز در الگوی امریکایی از آمارهای ابداعات، وضعیت سهم کشورهای NIC است که حدود ۱/۳ درصد است.

با تقسیم سهم جهانی کشورها و مناطق مختلف بر GDP آنها، می‌توان به مقایسه میزان تولید علمی و تکنولوژیک کشورها پرداخت بدون آنکه تأثیر ابعاد اقتصاد آنها در نظر گرفته شود (جدول ۶).

به این ترتیب، با توجه به میزان انتشارات علمی، «علمی‌ترین» کشورها و یا مناطق عبارتند از: کشور اشغالگر قدس، کشورهای اروپای مرکزی و شرقی، کشورهای CIS، کانادا، استرالیا و زلاندنو

جدول ۴ـ تولید علمی در رشته‌های مختلف؛ برحسب درصد انتشارات مربوط به هریک از رشته‌ها، ۱۹۹۳.

Scientific disciplines	Europe	Commonwealth of independent States	North America	Latin America	Muslim Countries	Sub Saharan Africa	industrial Asia	Other countries of Far East	Australia andNew Zealand
Clinical medicine	41.0	1.4	41.4	1.3	0.9	1.2	8.1	1.6	3.2
Biomedical research	36.8	2.9	44.9	1.3	0.4	0.5	9.5	1.4	2.3
Biology	31.5	2.2	43.6	2.5	1.2	2.1	7.6	3.3	6.0
Chemistry	36.9	9.9	27.9	1.3	1.7	0.5	14.5	6.1	1.7
Physics	34.4	10.7	32.8	1.9	0.8	0.3	11.7	6.1	1.3
Earth and space sciences	32.7	5.7	45.5	2.1	1.1	1.2	4.1	3.5	4.1
Engineering sciences	29.6	4.3	44.0	0.9	1.6	0.4	12.6	4.8	1.8
Mathematics	38.0	4.8	39.7	1.6	1.2	0.6	6.3	5.6	2.3
All disciplines	**36.5**	**4.8**	**39.8**	**1.5**	**1.0**	**0.8**	**9.5**	**3.4**	**2.7**

Sources: ISI data (SCI, Compumath); OST treatment, 1995.

جدول ۵ـ تولید تکنولوژیک، برحسب میزان جواز امتیازهای اعطا شده در اروپا و ایالات متحدهٔ امریکا، ۱۹۹۳.

	European Patents		US patents	
	World share 1993 (%)	1993 (base 1987=100)	World share 1993 (%)	1993 (base 1987=100)
European Union	45.4	91	18.6	76
European Free Trade Association	3.2	86	1.5	73
Central and Eastern European Countries	0.2	58	0.1	41
Israel	0.4	124	0.4	114
Commonwealth of Independent States	0.2	174	0.1	54
USA	27.3	103	48.7	105
Canada	0.8	82	2.3	105
Latin America	0.1	120	0.2	102
North Africa	0.0	—	0.0	—
Middle and Near East	0.0	—	0.0	—
Sub-Saharan Africa	0.1	68	0.1	73
Japan	20.9	129	25.0	111
NICs	0.5	241	1.3	189
China	0.0	—	0.1	153
India	0.0	—	0.0	—
Other countries in Far East	0.0	—	0.0	—
Australia and New Zealand	0.6	59	0.5	79
World total	**100.0**	**100**	**100.0**	**100**

Sources: INPI/EPO and, USPTO data; OST and CHI-Research treatments, 1995.

(دو تا چهار برابر میزان متوسط).

در سطح حدود ۵۰ درصد بالاتر از سطح متوسط، کشورهای اروپا (EU و EFTA) و ایالات متحدهٔ امریکا قرارمی‌گیرند. ژاپن وضعیت بسیار معمولی‌تری (حدود ۱۹ درصد زیر حد متوسط) دارد.

اما از طرف دیگر، با بررسی و مقایسهٔ میزان تولیدات تکنولوژیک کشورها، دیده می‌شود که ژاپن از وضعیت بسیار بالا و قابل ملاحظه‌ای برخوردار است: دو برابر میزان متوسط ثبت ابداعات در اروپا و ۲/۵ برابر ثبت ابداعات درامریکا. عملکرد کشورهای EFTA (سوئیس و نروژ عمدتاً) و رژیم اشغالگر قدس نیز قابل ملاحظه است. امریکا، هم در ثبت ابداعات امریکایی نسبتاً قوی است (نرخ ۲۰۰) و هم در ثبت اختراعات اروپایی (نرخ ۱۱۲)، در حالی که اروپا نسبتاً در بازار خودش قوی است (نرخ ۱۸۱)، اما نسبت صادرات به خارج از کشور ضعیف است (نرخ ۷۳ در ثبت ابداعات امریکایی).

یک جنبهٔ مهم، نرخ کشورهای NIC است که بیش از نیمهٔ سطح کشورهای اتحادیهٔ اروپا در ثبت ابداعات امریکایی است (نرخ ۳۸ در برابر ۷۳).

مقایسهٔ بین اروپا، امریکا و ژاپن

منابع مالی برای فعالیتهای تحقیق و توسعه در سه منطقهٔ «مثلث» مورد نظر (اتحادیهٔ اروپا، ایالات متحدهٔ امریکا و ژاپن) به نحو بارزی متفاوت است (جدول ۷). درکشورهای اروپایی حدود ۳۸ درصد از بودجه برای تحقیق و توسعه از درآمدهای عمومی مردم تأمین می‌شود (این رقم در امریکا ۱۷ درصد است). در امریکا، ۲۴ درصد بودجه برای تحقیق و توسعه از منابع نظامی تأمین می‌شود (در ژاپن این رقم برابر ۱/۴ درصد است) و در ژاپن، ۷۶ درصد بودجهٔ تحقیق و توسعه از صنعت تأمین می‌شود (که رقم مشابه در اروپا برابر ۵۳ درصد است). اما در نحوه و الگوی اجرایی تحقیق و توسعه در این سه کشور تا حدود زیادی مشابهت وجود دارد. بین ۱۳ درصد تا ۱۸ درصد از فعالیتهای مربوط به تحقیق و توسعه در مؤسسات تحقیقاتی (دولتی) انجام می‌شود و بین ۱۳ درصد تا ۱۹ درصد در دانشگاهها و بین ۶۳ درصد تا ۷۴ درصد در حوزهٔ صنعت.

کشورهای اتحادیهٔ اروپا، قابلیت تکنولوژیک خوبی را در اروپا نشان می‌دهند ـ با توجه به سهم جهانی ثبت ابداعات اروپایی ـ اما همین کشورها در خلال شش سال، ۴/۵ درصد از سهم جهانی از دست داده، در حالی که ژاپن در همین مدت ۴/۷ درصد به دست

جدول ۶ـ شاخصهای تولید علمی و تکنولوژیک در ارتباط با GDP، ۱۹۹۳.

	INdex to GDP of		
	Scientific Publications	European patents	US patents
European Union	126	181	73
European Free Trade Association	176	330	157
Central and Eastern European Countries	295	32	16
Israel	376	140	146
Commonwealth of Independent States	235	10	4
USA	144	112	200
Canada	202	37	103
Latin America	33	3	4
North Africa	59	—	—
Middle and Near East	25	—	—
Sub-Saharan Africa	83	13	11
Japan	81	208	251
NICs	42	15	38
China	9	—	—
India	54	—	—
Other countries in Far East	3	—	—
Australia and New Zealand	191	44	38
World total	100	100	100

Sources: ISI (SCI and Compumath); INPI/EPO and USPTO data; OST and CHI Research treatments, 1995.

جدول ۷ـ بودجه و نحوهٔ اجرای تحقیق و توسعه در کشورهای سه گانه، ۱۹۹۲.

	European Union (%)	USA (%)	Japan (%)	Total (%)
GERD financing				
Public civil financing	37.8	16.9	22.5	25.7
Public military financing	9.4	24.0	1.4	11.6
Industry	52.8	59.1	76.1	62.7
Total financing	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**
GERD implementation				
Public research institutions	18.1	14.5	12.9	15.2
university	18.9	12.9	13.6	15.1
industry	63.0	72.6	73.5	69.7
Total implementation	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Sources: OECD; OST treatments, 1995.

جدول ۸ـ تولید تکنولوژیک و سیر تحولی آن در کشورهای سه گانه، ۱۹۹۳ـ۱۹۸۷.

	European Patents World Share(%)		US Patents World Share(%)	
	1987	1993	1987	1993
European Union	49.9	45.4	24.4	18.6
USA	26.6	27.3	46.3	48.7
Japan	16.2	20.9	22.5	25.0

Sources: INPI/EPO and USPTO data; OST and CHI-Research treatments, 1995.

آورده است (جدول ۸). در سهم جهانی از ثبت ابداعات امریکایی، ایالات متحدهٔ امریکا در خلال شش سال حدود ۲/۴ درصد به دست آورده و به میزان ۴۸/۷ درصد رسیده است، کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا حدود رقم ۵/۸ را از دست داده‌اند. در حالی که، سهم ژاپن رقمی برابر ۲/۵ افزایش یافته و به میزان کنونی ۲۵ درصد رسیده‌است که حدود ۵ درصد سهم خود امریکاییها است.

در اروپا، سه ناحیهٔ این مثلث تقریباً از میزان سهم برابری در حوزه‌های الکترونیک/الکتریسیته برخوردارند. ایالات متحدهٔ امریکا همچنین در حوزهٔ ابزار/نور، و نیز در شیمی/داروسازی فوق‌العاده قوی است. (جدول ۹) اروپاییها در غالب حوزه‌ها قوی هستند و قوی باقی مانده‌اند به استثنای حوزه‌های برق/الکترونیک (حدود ۱۷ درصد ـ درخلال شش سال) و ابزار/نور (۱۶ درصد ـ) که اُفت داشته‌اند. ژاپنیها در همه حوزه‌ها افزایش چشمگیری را نشان می‌دهند، از جمله کالاهای مصرفی به استثنای شیمی/داروسازی. ایالات متحدهٔ امریکا وضعیت ثابتی را نشان می‌دهد.

در حوزهٔ الکترونیک/برق، ژاپن بیش از ۷۵ درصد از ابداعات امریکایی را که توسط خود امریکاییها ثبت شده به خود اختصاص داده است (۳۵/۴ درصد در برابر ۴۶/۷ درصد). این کشور همچنین در حوزهٔ ابزار/نور نیز از وضعیت خوبی برخوردار است. کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا بخصوص در آن حوزه‌ها ضعیف هستند اما وضعیت بهتری را در حوزه‌های شیمی/ داروسازی و مهندسی مکانیکی/حمل و نقل نشان می‌دهند به گونه‌ای که در مورد اخیر

جدول ۹ـ وضعیت کشورهای سه گانه در زمینه‌های مختلف تکنولوژی بر حسب میزان جواز امتیاز، ۱۹۹۳.

EUROPEAN	European Patents World Share(%)			1993 (Base 1987=100)		
	European Union	USA	Japan	European Union	USA	Japan
Electronics/electricity	34.2	30.0	31.8	83	101	129
Instruments/optics	37.8	32.4	23.4	84	106	136
Chemistry/Pharmaceuticals	40.3	33.7	20.0	95	103	107
Industrial Processes	50.1	25.6	16.6	95	100	125
Mechanical engineering/transport	58.5	19.2	15.5	96	100	134
Consumer goods	64.0	16.9	8.0	99	98	142
All Fields	**45.4**	**27.3**	**20.9**	**91**	**103**	**129**

Sources: INPI/EPO (EPAT) data; OST treatments,1995.

UNITED STATES'	US Patents World Share(%)			1993 (Base 1987=100)		
	European Union	USA	Japan	European Union	USA	Japan
Electronics/electricity	11.5	46.7	35.4	64	98	117
Instruments/optics	14.9	50.8	28.0	74	111	100
Chemistry/Pharmaceuticals	28.2	51.0	19.7	90	103	108
Industrial Processes	22.3	50.5	19.3	79	106	115
Mechanical engineering/transport	23.6	45.4	22.5	80	110	102
Consumer goods	19.1	50.1	12.5	76	103	106
All Fields	**18.6**	**48.7**	**25.0**	**76**	**105**	**111**

Sources: USPTO data; OST and CHI-Research Treatments, 1995.

جدول ۱۰ـ جابه‌جایی دانشجویان در سطح بین‌المللی، ۱۹۹۲

	Total Student Population ('OOOs)	Students Studying Abroad ('OOOs)	Proportion of Students Abroad (%)
European Union	10740	232	2.2
European Free Trade Association	326	18	5.5
Central and Eastern European Countries	1 639	42	2.6
Israel	149	23	15.6
Commonwealth of Independent States	5 283	122	2.3
USA	14 556	25	0.2
Canada	2 001	26	1.3
Latin America	7 715	73	1.0
North Africa	1 834	90	4.9
Middle and Near East	3 407	153	4.5
Sub-Saharan Africa	1 393	84	6.0
Japan	2 918	55	1.9
NICs	2 581	132	5.1
China	2 302	129	5.6
India	4 936	43	0.9
Other countries in Far East	5 918	60	1.0
Australia and New Zealand	711	15	2.1
Non-specified	—	32	—
World total	**68 408**	**1 354**	**2.0**

Sources: UNESCO data, OST treatment, 1995.

بالاتر از سطح ژاپن و نیز بیش از ۵۰ درصد امریکاییها (۲۳/۶ درصد در برابر ۴۵/۴ درصد) قرار گرفته است.

درخلال شش سال اخیر، سهم ایالات متحدهٔ امریکا در سهم جهانی از میزان ابداعات امریکایی به طور جزیی افزایش یافته، به جزدر حوزه الکترونیک برق که ۲ درصد کاهش یافته است. در همان‌حوزه، کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا از میزان سهم قبلی‌شان ۳۶ درصد را از دست داده و در حوزه‌های دیگر نیز کم و بیش ۱۰ درصد سهم خود را از دست داده‌اند. سهم ژاپن در همهٔ زمینه‌ها افزایش یافته و در حوزهٔ برق الکترونیک به مقدار ۱۷ درصد درخلال شش‌سال رسیده است.

تحرک بین‌المللی دانشجویان

بالغ بر ۱/۳ میلیون دانشجو برای تحصیلات و یا بخشی از تحصیلات خود به کشور خارجی سفرمی‌کنند (جدول ۱۰). کثر این دانشجویان که در سطح بین‌المللی در رفت و آمدند، از کشورهای اتحادیهٔ اروپا، کشورهای CIS، خاور نزدیک و خاورمیانه، NICs و چین هستند.

در خصوص میزان مهاجرت، بعد از رژیم اشغالگر قدس، بالاترین میزان مربوط به کشورهای خاورمیانه، خاور نزدیک، و همچنین کشورهای افریقایی از یک سوی و NICs و چین از سوی دیگر است. دانشجویان امریکایی کمترین میزان نقل و انتقال در سطح بین‌المللی را دارا هستند.

ایالات متحدهٔ امریکا هر ساله حدود ۰/۴ میلیون نفر از دانشجویان خارجی را می‌پذیرد و اروپا حدود ۰/۵ میلیون نفر، که شامل حدود ۷۰ درصد از میزان کل جهانی است. سهم ژاپن فقط حدود ۳/۳ درصد است. در چند کشور اروپایی (بریتانیا، فرانسه، بلژیک و اطریش) نسبت به دانشجویان خارجی بالغ بر ۶ درصد است. در سوئیس این نسبت برابر ۱۶/۹ درصد و در استرالیا نیز این نسبت به رقم نسبتاً بالایی می‌رسد.

یادداشتها

1- Research and Development
2- Accademia Dei Lincei
3- Kaiser - Wilhelm
4- Centre national de la recherche scientifique
5- Public Policy
6- Patent
7- Frascati Manual
8- Max Planck
9- Marie Curie
10- Vantaka Raman
11- Jacques Monod
12- Greenhouse Effect
13- Gross Expenditure on R&D
14- Organization for Economic Co-Operation and Development (سازمان همکاریهای اقتصادی و توسعه)
15- New Industrialized Countries (کشورهای صنعتی متأخر نظیر کره، مالزی، هنگ‌کنگ، سنگاپور)
16- Gross Domestic Product
17- European Free Trade Association (شامل کشورهای Switzerland, Norway, Lichtenstein, Iceland)
18- Commonwealth of Independent States (شامل جمهوریهای شوروی سابق به استثنای ایالات بالتیک)
19- European Union (اتحادیهٔ اروپا)

منبع

Pierre Papon & Remi Barre, *Science and Technology Systems: A Global Overview* in World Science Report, 1996, pp.8-22.