



بررسی مقایسه‌ای تحقیق و توسعه (R&D) در چند کشور جهان

جواد علاقبندراد
رضا ملکزاده
اعضای هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران
آذرخش مگری
پژوهشگر فرهنگستان علوم پزشکی ج.ا.ا.

یکی از عمده‌ترین مسائلی که بدون پرداختن به آن تحلیل جامع وضعیت پژوهش در علوم پزشکی ناقص خواهد بود، موضوع «تحقیق و توسعه» (R&D) است. در همین خصوص، بحث انتقال تکنولوژی نیز ارتباط مستقیم با موضوع تحقیق و توسعه داشته، در فرایند آن است که باید راهکارهای مناسب انتقال را پیدا کرد. علت این امر آن است که صرفنظر از نوع حکومت و موقعیت جغرافیایی یک کشور، برخورداری از علم و تکنولوژی نیز جایگاه ویژه‌ای به آن کشور می‌بخشد.

برخورداری از علم و تکنولوژی افزون بر ارتقاء سطح فرهنگ و تأمین رفاه اجتماعی از مهمترین منابع اقتصادی کشورهای پیشرفته صنعتی نیز محسوب می‌شود. بدیهی است که علت این برتری خصلت ذاتی مردم نبوده بلکه عوامل دیگری نیز در این امر مؤثرند که از جمله مهمترین آنها می‌توان به سیاستگذاری درست این کشورها در زمینه پژوهش و استفاده از نتایج آن اشاره کرد.

شایان ذکر است که مقاله حاضر گزیده بخشی از گزارش گروه بلینی فرهنگستان علوم پزشکی ج.ا.ا. در مورد موقعیت پژوهش در علوم پزشکی است.

مقدمه

موضوع علم و تکنولوژی و استفاده بهینه از نظام درست تحقیق و توسعه اهمیتی خاص و حیاتی در بهبود وضع اقتصادی کشورها دارد. به دنبال تحولات اروپای شرقی، اکثر کشورهای این منطقه به تغییر ساختار تشکیلاتی مراکز تحقیقاتی و تولیدی خود اقدام نمودند، زیرا در غیاب سیاست صحیح و ساختار تشکیلاتی مناسب، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی این کشورها نقش مناسبی در توسعه تکنولوژی و بهبود اقتصاد کشور نداشته صرفاً به شغل پروری و تربیت معلم می‌پرداختند. البته، باید متذکر شد مشکلی که در راه انتقال تکنولوژی از مراکز پژوهشی به مراکز صنعتی وجود دارد نه تنها گریبانگیر بلوک کمونیسم سابق و کشورهای جهان سوم است بلکه بعضی از کشورهای اروپای غربی مانند سوئد و یا حتی انگلستان نیز گرفتار آن هستند.

انتقال تکنولوژی به‌طور کلی شامل انتقال اطلاعات، دانش فنی، مواد یا دستگاههای تولیدی و روش کار آنها از محیط علمی - تحقیقاتی به کارخانه‌ها و شرکتهای تولیدی است. حد فاصل میان مراکز صنعتی و محیط آموزشی را طبق تعریف «شکاف توسعه^۱» می‌نامند. یکی از موفقیت‌های مهم در امر توسعه تکنولوژی یافتن راههایی است که با غلبه بر شکاف توسعه، پل ارتباطی میان دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی با مراکز تولیدی ایجاد کنند. چنین امری صرفاً با استفاده بهینه از نیروی متخصص داخلی و دانش فنی موجود در کشور امکانپذیر است. به نظر می‌رسد فکر تحقیق و توسعه اولین بار در سالهای دهه ۱۷۹۰ و بعد از انقلاب فرانسه شکل گرفت. در آن زمان، دولت انقلابی برای مقابله با تهدید دشمنان خارجی با اختصاص مبالغی ثابت برای هزینه تحقیقات دانشمندان و مهندسان خود توانست به تکنولوژی برتر در توپخانه، تولید

باروت و سیستم اطلاع‌رسانی دست یابد. با این وجود، دستاوردهای تحقیق و توسعه در طول سالهای دهه آخر قرن هیجدهم سریعاً به فراموشی سپرده شد.^[۱]

در طی قرن نوزدهم موضوع تحقیق و توسعه بیشتر به صورت فردی دنبال می‌شد. افرادی چون ویلیام پرکین^۳ (واضع سنتز رنگها) لرد کِلِوین^۴ (مخترع کابل‌های تلگراف) در انگلستان و ساموئل مورس^۵ (مخترع تلگراف) و گراهام بل^۶ (مخترع تلفن) در امریکا از طریق تحقیقات خود توانستند بر تولید، توسعه، اقتصاد و زندگی بشر تأثیر گذارند. برای مثال، سنتز رنگهای شیمیایی از آنیلین به قدری با اهمیت بود که عده‌ای آن را عامل عمده‌ای در تغییر چهره قرن بیستم و فروپاشی امپراطوری بریتانیا دانستند.^[۳و۴]

با این حال، در میان کشورهای جهان آلمانها اولین بار به مفاهیم امروزی تحقیق و توسعه نزدیک شدند و مؤسسه کایزر ویلهلم^۷ به منظور تحقیق و توسعه تکنولوژی تولیدی در آلمان بنیان نهاده شد. این مؤسسه در تاریخ آلمان و نیز در طول دو جنگ جهانی نقش به‌سزایی داشته است. و سرانجام بعد از جنگ دوم منحل شد. دانشمندان این مؤسسه تا زمان انحلال خود به ۱۵ جایزه نوبل دست یافتند.^[۴] همزمان با این مؤسسه شرکت‌های نیرومندی چون زیمنس^۸ و گروپ^۹ و زیس^{۱۰} در آلمان شکل گرفتند. آنچه این شرکتها را از هم‌نوعان انگلیسی و فرانسوی خود برجسته می‌ساخت اختصاص مبالغ معین و حساب شده برای تحقیق به‌منظور یافتن تکنولوژی برتر و سودآور بود.^[۵]

تفوق صنایع آلمان بر سایر کشورها در ابتدای قرن بیستم باعث تشدید رقابتها گردید و با توجه به محدودیت مستعمرات در زمینه صنایع و مواد اولیه، این موضوع به زمینه‌سازی برای آغاز جنگ جهانی کمک کرد. متفکین نیز برای مقابله به اقدامات مشابه دست زدند. اداره تحقیقات علمی و صنعتی^{۱۱} به سال ۱۹۱۵ در انگلستان و شورای ملی تحقیقات^{۱۲} به سال ۱۹۱۶ در امریکا بنیانگذاری شد. هدف این مؤسسات، صرف هزینه‌های تحقیقاتی به‌منظور دستیابی به تکنولوژی برتر در جنگ و تولید بیشتر بود.

در تمامی سالهای جنگ نقش فرایند تحقیق و توسعه کاملاً برجسته بود. محاصره دریایی آلمان و محدودیت واردات نیترات می‌توانست به شکست زودرس آلمان در سال ۱۹۱۵ بیانجامد اما تولید نیترات به روش هابر^{۱۳}، ۳ سال دیگر آلمان را از شکست و تسلیم بازداشت. تولید زیردریایی، گازهای شیمیایی، سلاحهای میکروبی، هواپیما و سیستمهای مخابراتی براساس برنامه‌های تحقیق و توسعه صورت گرفتند.^[۶و۷]

بعد از پایان جنگ و تسلیم دولتهای محور و شروع بحران اقتصادی در امریکا میل به تحقیقات به‌صورت ساختاری فروکش کرد، اما با ظهور

رایش سوم در آلمان - که نفرت از تحقیقات بنیادی و علاقه افراطی و توجه وسواسی به تحقیقات کاربردی از مشخصات بارز آن بود - بار دیگر موضوع تحقیق و توسعه باب روز شد. رادار، موتور جت و موشکهای V-2 و سرانجام بمب اتم، محصولات این دوره‌اند. بعد از جنگ دوم نه‌تنها موضوع تحقیق و توسعه از تب و تاب نیفتاد، بلکه به‌علت رقابتهای جنگ سرد، تلاشهای گسترده نظامی روز به روز برجسته‌تر گردیدند.^[۲]

تاریخ رشد و بالندگی تحقیق و توسعه با دو جنگ جهانی و جنگ سرد آمیخته است. تحقیق و توسعه آغازگر اکثر تولیدات صنعتی است. نوآوری‌هایی که به تولید محصولات جدید و ابداع فرآیندهای نوین منجر می‌شوند، معمولاً از بستر آزمایشگاهها نشأت گرفته، از مسیر تولید مقدماتی گذر کرده به تولید وسیع می‌رسند. اختراعات و نوآوریها محصول تحقیق هستند.

اصولاً تحقیقات را به کاربردی و پایه - تمایزی که در نیمه اول قرن بیستم شکل گرفت - قابل تقسیم می‌دانند.

البته، امروزه تحقیق پایه کاملاً خالص و بدون اهداف کاربردی نیست و در درآمدت می‌تواند سرمنشأ تحولات بنیادین در تکنولوژی و صنعت شود. نمونه آن، مسأله ژنتیک پایه است که زمانی صرفاً جزء تحقیقات پایه به حساب می‌آمد اما امروزه از کاربردی‌ترین پژوهشها شمرده می‌شود.

تحقیق و توسعه در کشورهای جهان

اصولاً در تحقیق و توسعه، بودجه معینی با هدف دستیابی به اهداف مشخصی توسط گروهی خاص و معمولاً با صلاحدید گروهی دیگر هزینه می‌شود. هزینه تحقیقات به‌منظور توسعه در یک کشور از منابع متعددی تأمین می‌شود. در جدول ۱ درصد اعتبارات R&D از تولید ناخالص ملی چندکشور و منابع تأمین آن به تفکیک بخش دولتی و یا غیر دولتی نشان داده شده است.^[۷]

به‌طور خلاصه، می‌توان برداشتهای مربوط به این جدول را در موارد زیر مطرح ساخت:

- ۱- کشورهای صنعتی و پیشرفته جملگی از درصد بالای R&D نسبت به تولید ناخالص ملی برخوردارند.
- ۲- حتی در کشورهای صنعتی پیشرفته با نظام سرمایه‌داری و تجارت آزاد، بخش دولتی درصد قابل توجهی از هزینه‌های R&D را تأمین می‌کند. در کشورهای اروپای غربی و امریکای شمالی بین ۳۰ تا ۵۰ درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه توسط دولت تأمین می‌شود. کشورهای صنعتی آسیای جنوب شرقی در این میان استثناء هستند و در آنها اکثر هزینه‌های R&D توسط بخش خصوصی برآورده می‌شود.

جدول ۱- درصد هزینه‌های R&D کشورها از تولید ناخالص ملی و منابع تأمین‌کننده آن*

سال محاسبه	درصد تأمین هزینه به تفکیک بخشها			**G.N.P	نام کشور
	خارجی	غیردولتی	دولتی		
۱۹۹۵	***-	۵۹/۴	۳۵/۵	۲/۵	ایالات متحده امریکا
۱۹۹۵	۳/۴	۱۱/۳	۸۴/۷	۰/۴	آرژانتین
۱۹۹۵	-	-	-	۰/۶	برزیل
۱۹۹۵	۱۱۱/۳	۲۰/۲	۶۸/۵	۰/۶	شیلی
۱۹۹۵	-	-	-	۰/۵	چین
۱۹۹۴	-	۱۶/۴	۸۳/۶	۰/۴	هندوستان
۱۹۹۴	-	-	۹۰/۶	۰/۴	ایران
۱۹۹۴	-	۸۱/۷	۱۸/۲	۲/۹	ژاپن
۱۹۹۴	۰/۰	۸۴/۰	۱۵/۹	۲/۸	کره جنوبی
۱۹۹۵	۳/۷	۶۲/۵	۳۱/۴	۱/۱	سنگاپور
۱۹۹۵	۲/۰	۳۲/۹	۶۲/۴	۰/۶	ترکیه
۱۹۹۵	۲/۶	۴۹/۰	۴۸/۰	۱/۵	اتریش
۱۹۹۵	۴/۵	۵۷/۷	۳۷/۴	۲/۵	فنلاند
۱۹۹۴	۸/۳	۴۸/۷	۴۱/۶	۲/۴	فرانسه
۱۹۹۴	۱/۶	۶۱/۴	۳۶/۷	۲/۴	آلمان
۱۹۹۴	۶/۱	۳/۷	۵۰/۲	۱/۱	ایتالیا
۱۹۹۵	۴/۸	۳۸/۵	۵۲/۴	۰/۸	مجارستان
۱۹۹۵	۱/۷	۳۱/۸	۴۶/۲	۰/۷	لهستان
۱۹۹۵	-	-	-	۰/۷	روسیه
۱۹۹۴	۶/۳	۴۰/۳	۵۲/۴	۰/۹	اسپانیا
۱۹۹۳	۲/۴	۶۲/۹	۳۱/۴	۳/۴	سوئد
۱۹۹۳	۲/۴	۵۱/۹	۳۲/۷	۲/۲	انگلستان
۱۹۹۳	۱۰/۸	۵۰/۷	۳۰/۱	۱/۷	کانادا
۱۹۹۴	۲/۰	۴۵/۷	۴۸/۱	۱/۷	استرالیا

* مأخذ: UNESCO Statistical Yearbook, (1997).

** درصد تولید ناخالص ملی.

*** مجموع ارقام لزوماً ۱۰۰ نمی‌گردد، زیرا سایر بخشهای کوچکتر محاسبه نشده‌اند.

حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد کل بودجه تحقیقات کشور بوده است. مقایسه سهم دانشگاهها از بودجه تحقیقاتی در خصوص کشورهایی چون اردن و ترکیه از یک سو و سوئد و سوییس از سوی دیگر، بیانگر این نکته است که بالا بودن سهم دانشگاهها لزوماً به معنی پیشرفته تر بودن وضعیت تحقیقات نیست، بلکه اکثراً ناشی از کمبود سهم سایر بخشهاست.

در همین ارتباط، در ترکیه و اردن سهم بودجه تحقیقاتی دانشگاهی حدود ۶۹ درصد کل بودجه تحقیقاتی کشور است. در حالی که در کشور سوئد و سوییس رقم فوق تنها ۵ درصد است. مسأله مهم در خصوص هزینه تحقیق و توسعه این است که بودجه تحقیقاتی بایستی به چه کسانی تعلق گیرد و صرف چه تحقیقاتی شود؟ کدام طرحها اولویت بیشتری دارند؟ و کدام محقق با هزینه مناسب تر تحقیقات پربارتری ارائه خواهد داد؟ آنچه کشورهای توسعه یافته را از کشور عقب مانده جدا می‌سازد نه

۳- در کشورهای در حال توسعه درصد عمده R&D توسط بخش دولتی تأمین می‌شود. البته این امر به معنی زیادبودن کمکهای دولتی نیست بلکه علت کم بودن نقش بخش خصوصی کل هزینه‌ها متوجه بخش دولتی می‌شود.

مسأله دیگر در فرایند تحقیق و توسعه این است که همان‌گونه که اعتبارات R&D توسط بخشهای مختلف تأمین می‌شود، مصرف این اعتبارات نیز از سوی سازمانها و شرکتهای مختلف تولیدی، آموزشی، تحقیقاتی و خدماتی صورت می‌گیرد (جدول ۲).

همان‌گونه که از جدول ۲ برداشت می‌شود در اکثر کشورها قسمت عمده بودجه تحقیقاتی توسط سازمانها و شرکتهای تولیدی به مصرف می‌رسد و پایین بودن سهم دانشگاهها پدیده نادری نیست. در کشور ما نیز سهم بودجه تحقیقاتی دانشگاهها طی پنج سال اخیر به طور متوسط رقمی

جدول ۲- درصد مصرف اعتبارات R&D توسط سازمانهای مختلف در کشورهای جهان*

سال محاسبه	بخش خدمات عمومی	بخش تحصیلات عالی (دانشگاهها)	بخش تولیدی	نام کشور
۱۹۹۶	۱۴/۲	۲۲/۱	۶۳/۲	کانادا
۱۹۹۵	۱۳/۳	۱۵/۷	۷۱	ایالات متحده امریکا
۱۹۹۵	۲۸/۱	۳۶/۰	۳۵/۹	آرژانتین
۱۹۹۵	۵۴/۴	۱۳/۷	۳۱/۹	چین
۱۹۹۴	۷۲/۴	۱/۱	۲۶/۵	هندوستان
۱۹۹۴	۱۳/۷	۲۰/۲	۶۶/۱	ژاپن
۱۹۹۴	۱۹/۵	۷/۷	۷۲/۸	کره جنوبی
۱۹۹۵	۷/۴	۶۹/۰	۲۳/۶	ترکیه
۱۹۹۳	۹/۱	۳۵/۰	۵۵/۹	اتریش
۱۹۹۵	۲۶/۴	۸/۵	۶۵/۱	جمهوری چک
۱۹۹۵	۱۷/۲	۱۹/۵	۶۳/۲	فنلاند
۱۹۹۴	۲۲/۰	۱۶/۲	۶۱/۸	فرانسه
۱۹۹۳	۱۵/۲	۱۸/۰	۶۶/۸	آلمان
۱۹۹۴	۲۱/۳	۲۵/۸	۵۲/۹	ایتالیا
۱۹۹۵	۳۵/۳	۲۵/۶	۳۹/۱	لهستان
۱۹۹۵	۲۶/۱	۵/۴	۶۸/۵	روسیه
۱۹۹۴	۲۱/۷	۳۱/۶	۴۶/۸	اسپانیا
۱۹۹۳	۵/۱	۲۱/۵	۷۰/۵	سوئد
۱۹۹۳	۷۱/۷	۱۶/۷	۶۵/۶	انگلستان
۱۹۹۴	۲۸/۸	۲۵/۰	۴۶/۲	استرالیا

* مأخذ: UNESCO Statistical Yearbook, (1997).

۲- بنیاد ملی علوم (N.S.F) با حدود ۳ میلیارد دلار اعتبار؛

۳- مؤسسه فضایی و هوانورد (ناسا) با ۹/۸ میلیارد دلار اعتبار؛

۴- سازمان تحقیقات و توسعه انرژی با ۶/۳ میلیارد دلار اعتبار؛

۵- بودجه تحقیقاتی وزارت دفاع با ۳۶/۹ میلیارد دلار اعتبار [۸].

در زمینه مسائل حیاتی (استراتژیک) دولت امریکا بسیار محافظه کارانه عمل می کند. اعتبارات تحقیقاتی وزارت دفاع امریکا اکثراً در آزمایشگاههای دولتی وابسته به این وزارتخانه و تحت نظر مستقیم آن هزینه می شود و عقد قرارداد با بخش خصوصی بسیار کمتر انجام می گردد. اعتبارات ناسا نیز تا حد زیادی توسط مراکز تحقیقاتی این سازمان مصرف می شود. این سازمان قسمتی از تحقیقات خود را به بخش خصوصی واگذار می کند ولی دانشمندان و مسؤولان رده بالای این سازمان نظارت دقیق خود را بر هزینه سازی اعتبارات حفظ می کنند. در خصوص رشته های دیگر سازمانهایی مانند NSF و NIH مسؤولیت نظارت بر هزینه سازی اعتبارات و ارزیابی طرحهای تحقیقاتی و اعطای کمک های لازم را به عهده دارند.

این مؤسسه ها دارای کمیته های مختلف برای هر رشته هستند که از برجسته ترین دانشمندان تشکیل می شود. این افراد به عنوان گروه ارزشیابی، طرحها را مطالعه کرده و طی جلسه ای در آن مؤسسه پیرامون عملی بودن و کیفیت آنها بحث می کنند. در واقع، چنانچه این گروه که

تنها با بالابودن اعتبارات تحقیقاتی است، بلکه وجود یک بدنه منسجم تصمیم گیری، سیاستگزاری و هدایت تحقیقات در این کشورهاست.

معمولاً بخش خصوصی نظارت دقیق بر هزینه سازی اعتبارات R&D خود دارد و شرکتهای تأمین کننده هزینه های تحقیقات در خصوص پیگیری و ثمربخش بودن فعالیتهای تحقیقاتی که با هزینه آنها اجرا می شود نهایت دقت را به خرج می دهند. برای مثال، شرکت تلفن و تلگراف امریکا^{۱۴} خود دارای آزمایشگاههای وسیع و مجهزی است که تحقیقات مورد نیاز این سازمان را دنبال می کنند و مسؤولان رده بالای سازمان نظارت دقیق بر هزینه سازی اعتبارات تحقیقاتی آن دارند.

نیاز به سیستم و شبکه هدایت تحقیقات در زمینه اعتبارات دولتی بسیار محسوس تر است. در کشورهای صنعتی طی سالها تجربه و تلاش، مراکز علمی معتبری برای ارزیابی تحقیقات شکل گرفته است و این مراکز نقش عمده ای در ارزیابی فعالیتهای علمی و اعتبار و کارایی آنها دارند.

در ایالات متحده امریکا حدود ۳۵ درصد بودجه R&D توسط دولت تأمین می شود. میزان اعتبارات دولتی در سال ۱۹۹۸ در این کشور حدود ۷۶ میلیارد دلار بوده است [۸].

بخش عمده این اعتبارات از سوی ۵ مرکز اصلی که توسط دولت کنترل می شود، هزینه می گردد:

۱- مؤسسه ملی بهداشت (N.I.H.) با ۱۳/۶ میلیارد دلار اعتبار؛

متخصصان رشته‌های مربوطه هستند موافقت به پرداخت بودجه تحقیقاتی نمایند، آن مؤسسه قرارداد با پژوهشگر را شروع می‌کند. از همین روی نیز بهترین دانشمندان کشور و بهترین و علمی‌ترین طرحهای تحقیقاتی قابل شناسایی هستند. ضمن اینکه از دوباره کاری جلوگیری شده و از نتایج تحقیقات به نحو احسن استفاده می‌شود.

یکی از اشکالات عمده سیستم تحقیقات در اروپا، عدم برخورداری از یک سازمان مرکزی است که بتواند پروژه‌های تحقیقاتی را بررسی کرده بودجه تحقیقاتی را به بهترین و واجد شرایطترین دانشمندان بپردازد با این حال، کشورهای اروپایی به شیوه‌های مختلف سعی در نظارت دقیق‌تر و ارتقاء کیفیت تحقیقات خود نموده‌اند.

همان‌گونه که اشاره شد در آلمان مؤسسه کایرزویلهلم تا انتهای جنگ دوم جهانی هدایت تحقیقات را به عهده داشته است. بعد از جنگ این مؤسسه منحل شد اما بقایای آن در سال ۱۹۴۸ تحت عنوان مؤسسه ماکس پلانک مجدداً آغاز به کار کرد. بودجه تحقیقات سال ۱۹۹۸ این مؤسسه ۱/۱ میلیارد دلار بود. این مؤسسه دارای ۷۵ مرکز تحقیقاتی است و دانشمندان آن در مجموع ۱۵ جایزه نوبل را از آن خود کرده‌اند که تنها ۱۰ مورد آن بعد از سال ۱۹۸۴ بوده است. از نظر مسؤولان این مؤسسه، عضویت و وابستگی مادام‌العمر دانشمندان در این مؤسسه به صلاح نیست، بلکه بایستی افراد مرتباً از نظر کارایی مورد ارزیابی قرار گیرند تا اشخاص مولد و سازنده شناسایی شوند. در حال حاضر، در مؤسسه ماکس پلانک گروهی مرکب از دانشمندان بین‌المللی هر ۲ سال یکبار پروژه‌های تحقیقاتی این مرکز را ارزیابی می‌کنند. [۹۴]

مسؤولان این مؤسسه معتقدند که فشار ارزیابی دو سال یکبار مانع اجرای پروژه‌های درازمدت و مخاطره‌آمیز می‌شود و بهتر است بعضی از طرحهای تحقیقاتی حتی ۶ سال یکبار بازرسی شوند. در هر حال، سیاست مؤسسه بر ارزیابی هر از چندگاهی فعالیتها توسط دانشمندان شناخته شده و صاحب‌نظر بین‌المللی استوار است و کیفیت این مؤسسه با این روش حفظ می‌شود. برای تشویق محققان جوان نیز فکر تأسیس گروههای نوجوان با الهام از آلمان شرقی سابق وجود دارد. در این برنامه گروههای کوچک و مستقل متشکل از محققان جوان به‌طور آزمایشی به مدت ۴ تا ۵ سال تحت حمایت قرار می‌گیرند و در صورت مفید ارزیابی شدن تحقیقات آنها، همکاری ایشان با مؤسسه تداوم می‌یابد. [۹۴]

سایر کشورهای اروپایی نیز در حال تکوین و توسعه مراکزی هستند که به ارزیابی تحقیقات بپردازند. در مواردی که سابقه و زمینه چنین تشکیلاتی وجود دارد، فعالیت آسان‌تر است، اما در کشورهایی که از چنین سابقه‌ای در فعالیت‌های علمی خود برخوردار نبوده‌اند، یکی از راههای حل دشواریها، استفاده از دانشمندان بین‌المللی برای ارزیابی

کارایی تحقیقات ملی است.

در همین خصوص می‌توان به اداره علوم و تکنولوژی^{۱۷} و شورای علوم و مهندسی انگلستان^{۱۸} در بریتانیا و مؤسسه مطالعات پیشرفته پراگ در جمهوری چک و KBN در لهستان اشاره نمود. فعالیت‌های زیر مدنظر بسیاری از این مؤسسات و نهادهای مشابه بوده است:

- ۱- تلاش برای افزایش سوددهی تحقیقات و بازگشت هزینه‌ها،
- ۲- کاهش شکاف توسعه و نزدیک‌سازی فعالیت‌های دانشگاهی و مراکز تولیدی؛
- ۳- اصلاح برنامه پذیرش دانشجویان و افزایش مدرسان و پژوهشگران در مقطع دکتری؛
- ۴- مشاوره و کمک گرفتن از مؤسسات و دانشمندان معتبر بین‌المللی برای نظارت بر تحقیقات ملی.

سیاست‌های تحقیق و توسعه در کشورهای آسیای جنوب شرقی

در اکثر کشورهای آسیای جنوب شرقی و حاشیه اقیانوس آرام تا چندی پیش موضوع تحقیق و توسعه پدیده‌ای نوظهور و غریب به نظر می‌رسید. فرهنگ سنتی این کشورها و تأکید بر روح جمعی و دوری‌گزیدن از رقابت و فردگرایی مانع سرمایه‌گذاری بر روی تحقیق و توسعه می‌شد. با این حال، دولت‌ها و نهادهای تحقیقاتی روز به روز بر این امر که خلاقیت و نوآوری لازمه موفقیت اقتصادی است، تأکید داشتند و بر همین اساس نیز در این کشورها ساختار منسجم تحقیق و توسعه به شیوه کشورهای غربی سریعاً بنیانگذاری شد.

به نظر می‌رسد بین کشورهای منطقه آسیای جنوب شرقی و ایران از نظر پرداختن به تحقیق و توسعه شباهت‌های زیادی وجود دارد. در اکثر این کشورها بدنه تکامل‌یافته علمی برای ارزیابی تحقیقات وجود ندارد. نهادها و سازمانهای بررسی و ارزیابی‌کننده حرکت علمی دانشگاهها، مراکز تولیدی و مراکز تحقیقاتی دولتی و خصوصی نیز تا چندی قبل وجود خارجی نداشتند. برخلاف کشورهایمانند آمریکا، آلمان، انگلستان و فرانسه که طی ۲ قرن پیشرفت صنعتی صاحب ذخایر قابل توجه انسانی (اعم از دانشمندان تراز اول، مدیران صنعتی و اداری) و مؤسسات تحقیقاتی شده بودند، در این کشورها تا دو دهه قبل چنین مراکزی وجود نداشت و تا این زمان نیز سهم این کشورها از نظر دانشمندان تراز اول ناچیز است.

با این حال، طی سالهای اخیر تعداد مقالات علمی منتشر شده از سوی دانشمندان کشورهای آسیای جنوب شرقی - از ژاپن گرفته تا سنگاپور - افزایش قابل توجهی یافته است. بنا به گفته انستیتو اطلاعات علمی (ISI)

یکی از علل توفیق چین و کره جنوبی طی سالهای اخیر در نهادینه ساختن تحقیق، بازگشت دانشمندان این کشورها از غرب به سرزمین اجدادی خود است. بعد از جنگ دوم جهانی تعداد زیادی از نیروهای فعال و متفکر چین و کره به غرب پناهنده شدند. طی سالهای گذشته تعداد زیادی از این دانشمندان به سرزمینهای خود مراجعت کرده و ساختارهای ارزشیابی تحقیقات مشابه آنچه در غرب وجود دارد را پدید آوردند. اما دانشمندان ژاپن بعد از جنگ کمتر عازم کشورهای غربی شدند و آن دسته که به غرب سفر کردند اکثراً بعد از چند سال به ژاپن بازگشتند و به علت نداشتن تجربه کافی نتوانستند سیستم‌های منسجم ارزشیابی غربی را در کشور خود مستقر سازند.

در منطقه آسیای جنوب شرقی به دلیل حاکمیت فرهنگ کنفوسیوسی و بودایی، اصولاً رقابت و فردگرایی کمتر مطرح است و احترام به جمع و پیش‌کسوتان یک ارزش تلقی می‌شود و سیستم‌های ارزشیابی و کنترل غربی که در آنها تشویق افراد کارآمد و اخراج و برکناری افراد ضعیف‌تر مدنظر است مردود شناخته می‌شوند. به همین دلیل ساختارهای غربی در چنین کشورهایی عیناً قابل تکرار نیستند. برای این منظور شیوه خاصی از ارزیابی که آمیزه‌ای از سنتهای مشرق‌زمینی در کنار نگرش حسابگرانه غربی است در این کشورها شکل گرفته است.^[۱۰]

کشورهای این منطقه به دلیل نبود بدنه ارزشیابی مدون از یکسو و مسائل فرهنگی از جمله رعایت عمیق احترام همکاران، به سیستم‌های مکانیکی و آسان ارزشیابی تحقیقات رو آورده‌اند. یکی از این سیستم‌ها سنجش براساس تعداد مراجعات (CI)^{۱۹} به مقالات منتشر شده توسط شخص محقق است. هر قدر میزان CI بالاتر باشد تحقیق مورد نظر مطلوب‌تر تلقی می‌شود. این روش به خصوص در تایوان طرفداران زیادی دارد. لازم به ذکر است که مقالات منتشر شده توسط دانشمندان چین و بره‌های آسیایی اکثراً دارای CI بین ۱ و ۲ هستند و این در حالی است که مقالات امریکایی دارای CI بیش از ۵ هستند. ژاپن با آنکه سومین کشور منتشرکننده مقالات علمی است اما از نظر CI مقالات در مقام هفدهم قرار دارد و این ضریب در خصوص مقالات این کشور ۳/۱۸ است.^[۱۰]

تاریخچه ارزشیابی براساس CI در تایوان به اواسط سالهای ۱۹۸۰ باز می‌گردد. در آن زمان دولت تایوان به منظور ارتقاء تحقیقات، ۳ دسته پاداش عمومی، عالی و برجسته برای محققان خود وضع کرد. پاداش برجسته به ۵ درصد اول تحقیقات اختصاص می‌یابد و شامل حدود ۸۷۰ دلار امریکا در ماه می‌شود. انتخاب ارزشمندی تحقیقات نیز عمدتاً بر مبنای CI و ضریب تأخیر^{۲۰} آنهاست. اتخاذ این سیاست باعث شده است که برون ده مقالات در تایوان از اواسط سالهای ۸۰ تاکنون ۷ برابر

در امریکا تعداد مقالات کشورهای آسیای جنوب شرقی از ۵۰ هزار مورد در سال ۱۹۸۹ به ۹۰ هزار در سال ۱۹۹۶ بالغ شده است. تنها در کشور کره جنوبی تعداد مقالات منتشر شده طی این مدت ۵ برابر شده است. تایوان تعداد مقالات خود را چهار برابر کرده است و هنگ‌کنگ و سنگاپور نیز موفق شده‌اند که تعداد مقالات خود را به سه برابر برسانند. چین در سال ۱۹۹۶ حدود ۱۲ هزار مقاله منتشر کرده است که دو برابر انتشارات این کشور در سال ۱۹۸۹ است. کشور ژاپن نیز با ۶۰ هزار مقاله در ۱۹۹۶ بعد از امریکا و انگلستان در مقام سوم جهان قرار گرفته است.^[۱۰]

به طور قطع، سرمایه‌گذاری روزافزون کشورهای این منطقه در زمینه R&D از عوامل عمده این افزایش است سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیقات از نظر این کشورها به قدری با اهمیت است که حتی با وجود ظهور بحران مالی در منطقه از کاستن هزینه‌های تحقیقاتی خود سرباز می‌زنند. برای نمونه، با وجود اینکه صندوق بین‌المللی پول، مصرانه از کره جنوبی می‌خواهد تا ۶/۴۵ میلیارد دلار از هزینه‌های خود بکاهد، اما مقامات این کشور سعی در حفظ سهم R&D از بودجه دولتی دارند^[۱۱]. جالب اینکه حتی با وجود بحران اقتصادی، برخی از مقامات این کشور تلاش در جهت افزایش کمکهای دولت در زمینه تحقیق و توسعه می‌نمایند.^[۱۲]

در ژاپن نیز با وجود مشکلات عدیده‌ای که اقتصاد این کشور با آن دست به گریبان است دولت در سال مالی ۱۹۹۸ سرمایه‌گذاری در زمینه علوم و تکنولوژی را به میزان ۴/۹ درصد افزایش داد. قسمت عمده این افزایش بودجه صرف تحقیقات پایه‌ای خواهد شد. برای مثال، مقرر شده است که هزینه تحقیقات در زمینه ژنوم انسانی و مغز در سال ۱۹۹۸ به ترتیب با ۱۶۲ درصد و ۳۳ درصد افزایش به ۶/۷ میلیارد یین و ۱۳/۳ میلیارد یین بالغ گردد. بایستی توجه داشت که این افزایش بودجه آن هم در حوزه‌های تحقیقات علوم پایه در زمانی که منطقه آسیای جنوب شرقی دچار بحران مالی است تنها می‌تواند نشانه اهمیت تحقیقات در این کشورها باشد.^[۱۳]

همان‌گونه که اشاره شد سرمایه‌گذاری روزافزون کشورهای این منطقه در R&D از عوامل عمده افزایش انتشارات علمی است؛ از این رو نبایستی از نقش اساسی روشهای ارزشیابی تحقیقات در این باره غافل بود. در واقع، کشورهای آسیای جنوب شرقی نه تنها طی دوره‌ای کوتاه هزینه تحقیقات خود را افزایش دادند بلکه توانستند سریعاً یک ساختار منسجم ارزیابی‌کننده تحقیقات را در کشورهای خود نهادینه کنند. جالب اینکه بره‌های آسیا (کره جنوبی، تایوان، هنگ‌کنگ و سنگاپور) و چین در این زمینه حتی از ژاپن نیز موفق‌تر بوده‌اند.

در منطقه آسیای جنوب شرقی به دلیل حاکمیت فرهنگ کنفیوسی و بودایی، اصولاً رقابت و فردگرایی کمتر مطرح است و احترام به جمع و پیش‌کسوتان یک ارزش تلقی می‌شود و سیستم‌های ارزشیابی و کنترل غربی که در آنها تشویق افراد کارآمد و اخراج و برکناری افراد ضعیف‌تر مدنظر است مردود شناخته می‌شوند.

در مجموع به‌نظر می‌رسد کشورهای آسیای جنوب شرقی با توسل به روش‌های ساده و مکانیکی ارزشیابی تحقیقات توانسته‌اند با وجود نقایص عمده این روشها به رشد قابل توجه علمی دست یابند.

در منطقه اقیانوسیه نیز، استرالیا در زمینه R&D با مشکلات عدیده‌ای مواجه بوده است. این کشور از ۲۵ سال پیش دارای یک مرکز مهم تحقیقاتی به نام (CSIRO)^{۲۱} بوده است. این مرکز با داشتن بخشهای متعدد، هماهنگ‌کننده و سازمان‌دهنده تحقیقات در استرالیا بوده است. گزارشهای منتشر شده طی سالهای اخیر از بی‌کفایتی و بی‌حاصل بودن بخشهای مهمی از CSIRO حکایت داشتند.^[۱۴] به‌همین دلیل، از سال ۱۹۹۰ دولت تصمیم گرفت تا سهم مؤسسات خصوصی در سازماندهی تحقیقات افزایش یابد و بخش خصوصی به‌طور جدی‌تر در سیاستگذاری تحقیقات ملی شرکت نماید. یکی از روشهای مشارکت بخش خصوصی در R&D در استرالیا تأسیس مراکز تحقیقاتی مشترک: (CRC)^{۲۲} بوده است. از سال ۱۹۹۰ تاکنون ۶۱ مرکز CRC در استرالیا تأسیس شده است. در این مراکز فرهنگستانها، دانشگاهها و نهادهای دولتی با بخش صنعت و خصوصی به‌طور ۵۰/۵۰ شریک می‌شوند. نیمی از هزینه تحقیقات را دولت می‌پردازد و نیم دیگر توسط بخش خصوصی تأمین می‌شود و سیاست‌گذاری به‌طور مشترک انجام می‌پذیرد. برای نمونه، طی سالهای اخیر یک CRC متشکل از بخش تحقیقات گیاهی CSIRO، دانشگاه ملی استرالیا و شرکت Group Limagrain Pacifique به‌منظور اصلاح غله این کشور شکل گرفته است. به‌نظر می‌رسد آمیخته‌شدن مراکز تحقیقات دولتی با بخش خصوصی یکی از روشهای مناسب برای حفظ کیفیت مراکز دولتی و جلوگیری از افت تحقیقات آنهاست. تجربه استرالیا در این زمینه بسیار موفق بوده است.^[۱۵]

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

براساس آنچه گفته‌شد، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری عوامل مشترک در مؤسسات تحقیقاتی و تولیدی موفق از کشورهای مختلف را می‌توان به‌شرح زیر برشمرد:

گردد. البته، در بعضی موارد برای تعیین ارزشمندی مقالات از دانشمندان چینی مقیم خارج نیز کمک گرفته می‌شود.

در کشور چین برخی از مؤسسات و دانشگاهها به‌منظور افزایش تعداد مقالات منتشر شده در نشریات بین‌المللی به هر محقق درازای هر مقاله بین ۶۰ تا ۱۲۰ دلار پاداش می‌دهند. این مقدار تقریباً معادل یک ماه حقوق یک فرد چینی است.

به‌علت عدم تجربه کافی و نبود سازمانهای ارزشیابی تحقیقات، در بعضی از کشورهای آسیای جنوب شرقی از جمله تایوان تأکید بر آمار ISI حتی بسیار بیشتر از ایالات متحده امریکا است. شاید یکی از دلایل توجه افراط‌گونه به مسأله CI و آمارهای ISI عدم تمایل انسانها در فرهنگ مشرق زمین به نقد و سرزنش عملکرد هموعان و هموطنان خود باشد. در چنین سیستمی از آنجایی که ISI و آمار CI تعیین‌کننده هستند جای هیچ‌گونه کدورت و گله‌مندی باقی نمی‌ماند و تحقیقات به‌صورت خنثی و بدون از روابط، سنجیده می‌شوند.

چین در سال ۱۹۸۴ شروع به تأسیس مراکز تحقیقاتی نخبه نمود. از آن زمان تاکنون حدود ۱۵۰ آزمایشگاه در سطح کشور تأسیس شده‌اند. هزینه تأسیس هر کدام از این آزمایشگاهها چند میلیون دلار بوده است. این مراکز هر ۳ سال یکبار توسط گروهی از دانشمندان خارجی ارزیابی شده و امتیازهای A, B, C دریافت می‌دارند. در صورت کسب امتیاز A و یا B مقادیری اعتبار در اختیار مرکز قرار می‌گیرد ولی اگر مؤسسه یا آزمایشگاه امتیاز C دریافت دارد کمکی دریافت نخواهد کرد و دریافت امتیاز C برای دومین بار باعث تعطیلی آن مرکز خواهد شد. در سال ۱۹۹۵ به مراکزی که امتیاز A دریافت داشتند ۶ میلیون یوان (حدود یک میلیون دلار) و به مراکزی که امتیاز B گرفتند ۴ میلیون یوان پاداش داده شد. سنگاپور و کره جنوبی نیز چنین مراکزی دایر کرده‌اند. اصولاً ارزیابی کارایی این مراکز بر ۲ عامل استوار است: ۱- تعداد مقالات منتشر شده توسط کارکنان مرکز در نشریات جهانی. ۲- ارزیابی و امتیازدهی کارشناسان بین‌المللی.

این مراکز در کشور چین و سنگاپور طی سالهای اخیر توانسته‌اند تعداد زیادی مقاله در سطح بین‌المللی به چاپ رسانند.^[۱۶]

۱- استقلال مراکز تحقیقاتی

مراکز علمی اعم از دانشگاهی و غیره باید کمترین وابستگی را به تشکلهای دولتی و سیاسی داشته باشند. اگرچه برنامه‌ریزی و سیاستگذاری متمرکز (مشابه NIH در امریکا) امری ضروری است.

۲- افزایش دانشجویان دوره دکتری

نمونه موفق این امر را می‌توان در کشورهای امریکا، آلمان و ژاپن یافت.

۳- ترغیب دانشگاهها به تحقیقات پایه‌ای

مراکز اصلی تحقیقات پایه‌ای دانشگاهها هستند که بودجه اصلی آن از طرف دولت تأمین می‌شود. در برخی از کشورها نظیر امریکا و انگلستان، کمک‌های سازمانهای خیریه و بنیادهای خصوصی نیز نقش مهمی دارند.

۴- ترغیب مؤسسات تحقیقاتی تولیدی به تحقیق کاربردی

دولت باید با ترغیب شرکتهای خصوصی، تحقیقات کاربردی را به این شرکتهای بسیار. نمونه موفق این حرکت کشور امریکاست.

۵- ایجاد ارتباط نزدیک دانشگاهها با مراکز تولیدی و صنعتی

در اینجا منظور عواملی است که باعث از بین بردن «شکاف توسعه» می‌گردد. این عوامل عبارتند از:

الف) آموزش نیروی انسانی لازم برای مراکز تولیدی؛

ب) اجرای بعضی از پروژه‌های کاربردی توسط استادان دانشگاهها؛

ج) انتقال تکنولوژی و دانش فنی از دانشگاهها به مراکز صنعتی؛

د) برگزاری سمینارهای علمی توسط شرکتهای و تأمین هزینه آنها.

۶- توزیع عادلانه اعتبارات تحقیقاتی

به نظر می‌رسد عدم دخالت مستقیم دولت در این امر و تشکیل کمیته‌های ارزیابی تخصصی با شرکت پژوهشگران ارشد صاحب صلاحیت می‌تواند به برقراری سیستم عادلانه توزیع اعتبارات تحقیقاتی کمک نماید.

۷- بین‌المللی کردن مؤسسات تحقیقاتی و تولیدی

الگوهای موفق در این زمینه کشورهای امریکا، انگلیس و آلمان هستند. ژاپن اخیراً به این جرگه وارد شده و سال گذشته افزایشی معادل ۱۵ درصد در رابطه با استخدام پژوهشگر و استاد خارجی در مراکز آموزش عالی و تحقیقاتی داشته است.

پانوشتها

1. Research and Development
2. Developmental Gap
3. William Perkin
4. Lord Kelvin
5. Samuel Morse

6. Garham Bell
7. Kaiser Wilhelm Gesellschaft
8. Siemens
9. Krupp
10. Zeiss
11. Scientific and Industrial Research
12. National Research Council
13. Haber
14. AT&T Company
15. National Institute of Health
16. National Science Foundation
17. The Office of Science and Technology
18. British Science and Engineering Council
19. Citation Index
20. Impact Factor
21. Common wealth Scientific and Industrial Research Organization
22. Collaborative Research Centers

منابع

1. Rousseau, P, *Histoire des Techniques et des Invention*, Paris: Librairie Artheme Fayard (1958).
2. "Research and development" in *Encyclopedia Britanica* (1997).
3. Fairbanks, V.F., "Blue gods, blue oil, and blue people" *Mayo Clin Proc*, **69**, pp. 889-92 (1994).
4. Abbott, A., "Max Plank Society faces hard decisions to uphold standards", *Nature*, pp. 392 3 (1998).
5. Mortimer, C.E., *Chemistry*, Wadsworth International, New York (1983).
6. Joll J. *The Origins of the First World War*, Longman, London (1984).
7. UNESCO, Statistical Year Book *UNESCO* (1997).
8. Lawler, A. "Easing the squeeze on R&D", *Science*, **278**, pp 1390-1392, (1997).
9. Koeng R., "Max Planck at 50 seeks to move with the times" *Science*, **279**, pp.1126 (1998).
10. Swinbanks, D., and Nathan, R., "Western research assessment meets Asian cultures" *Nature*, **389**, pp.113-117 (1997).
11. Swinbanks, D. "South Korea keeps a cool. head in a crisis", *Nature*, **391**, pp. 625 (1998).
12. Nathan, R. "As science escapes cuts in South Korea" *Nature*, **391**, pp. 111 (1998).
13. Saegusa, A. "Japan maitains research funding boost" *Nature*, **391**, pp. 111 (1998).
14. Lawson, M., "CSIRO attack over review's omission" *Nature*, **375**, pp. 172 (1995).
15. Jones, B. "Australian Science look up and ahead" *Nature*, **375**, pp. 177-182 (1995).