سنجش علم و فناوری (۱):
نظام سنجش علم و فناوری در ایران

کد موضوعی: ۲۸۰

شماره مسلسل: ۱۰۴۵۰

آبان‌ماه ۱۳۸۹

دفتر: مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۳
۱. ارکان نظام سنجش علم و فناوری ۵
۱-۱. تعریف شاخص‌های علم و فناوری ۵
۱-۲. اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری ۱۰
۱-۳. انتشار یافته‌ها ۱۲
۲. نظام سنجش علم و فناوری در ایران ۱۳
۲-۱. نهادها و سازمان‌ها ۱۳
۲-۲. چالش‌ها ۲۵
۲-۳. بهبود نظام سنجش علم و فناوری در ایران ۲۸
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۳۰
پیوست. شاخص‌های بین‌المللی سنجش علم، فناوری و نوآوری ۳۱
منابع و مآخذ ۵۳

سنجش علم و فناوری (۱):
نظام سنجش علم و فناوری در ایران

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی وضعیت فعلی نظام سنجش علم و فناوری در ایران است. بدین منظور ابتدا ارکان یک فرآیند منسجم و یکپارچه برای سنجش منظم علم و فناوری بررسی می‌شود. با توجه به اینکه شاخص‌های علم و فناوری از ابتدا تا انتهای فرآیند فوق دخیل هستند، می‌توان فرآیند مذکور را با محوریت آنها به سه مرحله یا رکن اصلی تقسیم کرد:

۱. تعریف شاخص‌ها،

۲. اندازه‌گیری شاخص‌ها،

۳. انتشار یافته‌ها.

در مرحله تعریف شاخص‌ها، می‌توان با توجه به گزارش‌های سالیانه نهادهای بین‌المللی و سایر کشورها و با در نظر گرفتن ملاحظات بومی، مجموعه مناسبی از شاخص‌های علم و فناوری را برای کشور تعریف کرد. این شاخص‌ها می‌توانند با توجه به مسیر ایده تا محصول در قالب پنج گروه (شاخص‌های ورودی R&D، شاخص‌های خروجی علم، شاخص‌های خروجی فناوری، شاخص‌های خروجی نوآوری و شاخص‌های زیرساختی) طبقه‌بندی شوند. علاوه‌بر تعریف شاخص‌ها، برخی اصول مهم نیز باید درخصوص اندازه‌گیری شاخص‌ها مد نظر قرار گیرند. برای مثال، باید یک نهاد ملی با تخصص و دانش کافی در زمینه جمع‌آوری داده‌های آماری با استفاده از ابزارهای مناسب، اقدام به اندازه‌گیری شاخص‌ها در قالب زمانبندی منظم کند. نکته بسیار مهم در این‌خصوص آن است که چون در اغلب کشورها داده‌های مربوط به بخش غیردولتی بسیار پراکنده و در عین حال حائز اهمیت است، انجام پیمایش‌های دوره‌ای خاص این بخش به جزء لاینفک نظام ارزیابی علم و فناوری تبدیل شده است. به‌علاوه، بهتر است انتشار یافته‌ها نیز تحت نظارت یک نهاد ملی واحد که مرجع رسمی داده‌های علم و فناوری کشور است و اطلاعات جامع و به‌روز این حوزه را در اختیار دارد، انجام شود.

این درحالی است که بررسی وضعیت فعلی نظام سنجش علم و فناوری در ایران نشان می‌دهد که متأسفانه تعدد بازیگران و تداخل وظایف آنها در هر سه مرحله از این فرآیند، موجب ناکارآیی آن شده است. نخست آنکه مجموعه واحد و مرجعی از شاخص‌های علم و فناوری وجود ندارد که

مورد قبول همه بازیگران عرصه علم و فناوری باشد. هرچند درحال حاضر ارزیابی‌های دوره‌ای کلان علم و فناوری با توجه به شاخص‌های مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی و تقریباً به‌صورت مستمر انجام می‌شود، اما سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مختلف نیز با توجه به اهداف خود شاخص‌هایی تعریف و اندازه‌گیری کرده و حتی نتایج به‌دست آمده را گزارش می‌کنند. به‌علاوه، مقایسه شاخص‌های کلان فعلی با شاخص‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که شاخص‌های مربوط به خروجی فناوری و نوآوری با تأکید بر تأثیر اقتصادی توسعه علم و فناوری در کشور تا حد زیادی مغفول مانده است. به همین دلیل در چنین حوزه‌هایی به خوبی قادر به مقایسه وضعیت خود با سایر کشورها نیستیم (هرچند در سومین ارزیابی کلان تلاش شده تا با تأکید بر توسعه فناوری این مشکل تا حدودی مرتفع شود، اما به‌نظر نمی‌رسد این اقدام یک اقدام مستمر باشد). ضعف بزرگ دیگری که در کشور مشهود است، بی‌توجهی به سهم بخش غیردولتی در توسعه علم و فناوری و به‌خصوص مزایای اقتصادی حاصل از این بخش است. در گزارش‌های کلان ملی نیز غالباً فقط سهم بخش دولتی در عرصه علم و فناوری (گاهاً با تناقضات و ارقام مختلف) گزارش می‌شود. با توجه به این مسائل، راهکارهایی جهت بهبود نظام سنجش علم و فناوری در ایران به‌شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. تعیین یک مرجع ملی سنجش علم و فناوری به‌عنوان متولی اصلی تعریف شاخص‌ها و انتشار اطلاعات مربوط به وضعیت موجود علم، فناوری و نوآوری برای کاربران ملی و بین‌المللی (برای مثال شورای عالی انقلاب فرهنگی)؛

۲. تدوین یک مجموعه واحد از شاخص‌های خرد و کلان سنجش علم و فناوری توسط مرجع ملی ارزیابی علم و فناوری با توجه بیشتر به شاخص‌های خروجی فناوری، شاخص‌های خروجی نوآوری و شاخص‌های زیرساختی؛

۳. تعریف شفاف و کامل فعالیت‌ها، مشاغل، واحدها و... مرتبط با حوزه علم و فناوری توسط مرجع ملی سنجش علم و فناوری با توجه به استانداردهای بین‌المللی؛

٤. تعیین رسمی نهاد ملی اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری (برای مثال شورای عالی عتف با همکاری مرکز ملی آمار)؛

۵. انجام پیمایش‌های مستمر علم، فناوری و نوآوری در بخش غیردولتی به‌منظور تعیین سهم این بخش در توسعه علم و فناوری کشور. بهتر است بازیگران بخش غیردولتی از نظر قانونی ملزم به مشارکت در پیمایش و ارائه داده‌های خود شوند.

٦. اتخاذ اقدامات مناسب برای الزام نهادهای دولتی به گزارش‌دهی داده‌ها و اطلاعات خود.

۷. به‌روزرسانی مستمر آخرین اطلاعات مربوط به بازیگران حوزه علم و فناوری شامل تعداد

مراکز پژوهشی دولتی و غیردولتی، شرکت‌های تجاری، مؤسسات آموزش عالی و.... توسط نهاد ملی اندازه‌گیری شاخص‌ها؛

۸. تعیین زمانبندی و قالب مشخص تدوین پرسشنامه‌ها، اندازه‌گیری شاخص‌ها و همچنین انتشار اطلاعات توسط مرجع ملی ارزیابی علم و فناوری (با توجه خاص به بخش غیردولتی)؛

۹. اصلاح قانون وظایف وزارتخانه‌ها، نهادها یا سازمان‌هایی با مأموریت‌های مشابه در زمینه اندازه‌گیری شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری و انتشار یافته‌ها در کشور.

مقدمه

شناخت وضعیت موجود، مهمترین گام برای برنامه‌ریزی و سیاستگذاری آینده در مورد هر نظام است. نظام علم و فناوری کشورها نیز از این قاعده مستثنا نیست و به‌منظور برنامه‌ریزی و سیاستگذاری در مورد آن، شناخت دقیق وضع موجود و همچنین تعقیب روند تغییرات در طول زمان، در مقایسه با اهداف تعیین شده یا در مقایسه با دیگر کشورها ضروری است. می‌توان گفت، شاخص‌های علم و فناوری ابزار اصلی سنجش وضعیت علم و فناوری در کشور هستند. به همین دلیل کشورهای پیشرو در عرصه علم و فناوری مدت‌هاست که به‌طور مستمر و برنامه‌ریزی شده شاخص‌های علم و فناوری خود را اندازه‌گیری می‌کنند و برنامه‌ها و سیاست‌های آینده خود را با توجه به نتایج این اندازه‌گیری‌ها طراحی می‌کنند.

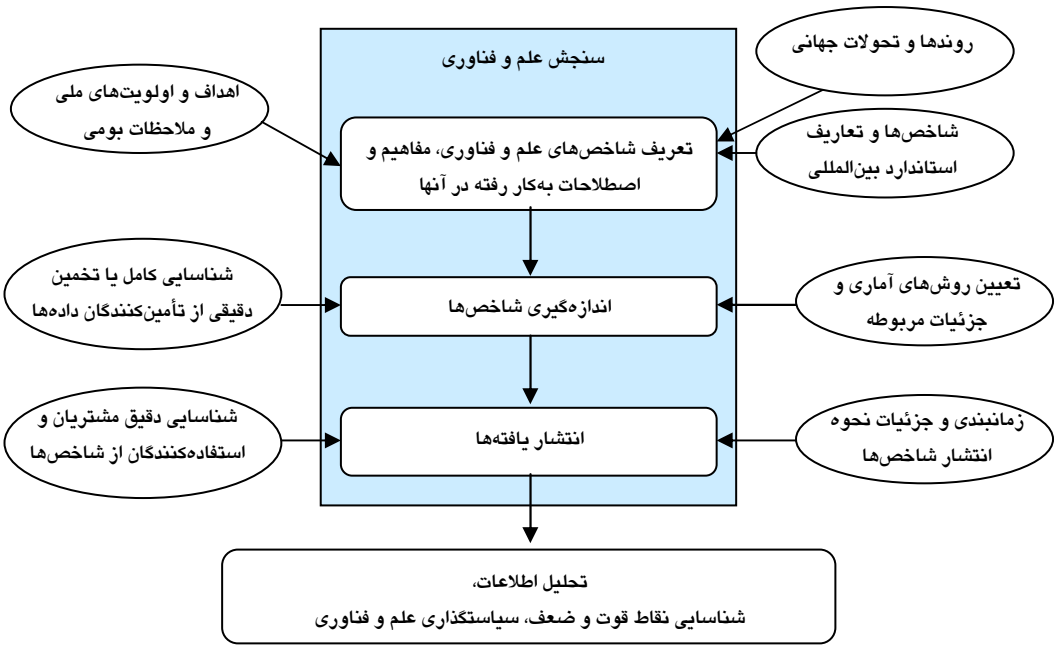
طبق تعریف سازمان همکاری اقتصادی و توسعه،[1] یک شاخص مجموعه‌ای از داده‌هاست که تلاش‌های علمی و فناورانه یک کشور را اندازه گرفته و منعکس می‌کند و نقاط قوت و ضعف کشور را نشان می‌دهد. شاخص‌ها با دنبال کردن مشخصه‌های درحال تغییر، هشدارهای زودهنگامی درباره رویدادها و روندهایی که ممکن است توانایی علمی و فناورانه کشور را در تأمین نیازهای ملی تضعیف کنند، فراهم می‌کنند. بنیاد ملی علوم آمریکا[2] نیز به‌عنوان یکی از پیشروترین نهادها در عرصه سنجش علم و فناوری، هدف از اندازه‌گیری شاخص‌ها را نشان دادن نقاط قوت و ضعف علم و همچنین دنبال کردن مشخصه‌های درحال تغییر آن می‌داند. نکته مهم این است که شاخص‌ها مرتباً به‌روز می‌شوند و به همین دلیل می‌توانند درباره رویدادها و روندهای محدودکننده توان علمی و فناورانه در برآوردن نیازهای اجتماع، هشدار دهند. بدین منظور باید شاخص‌های مناسب تعریف شده، اندازه‌گیری شوند و یافته‌های نهایی به اطلاع کاربران رسانده شوند. در حقیقت سه مرحله فوق (یعنی تعریف شاخص‌ها، اندازه‌گیری شاخص‌ها و انتشار یافته‌ها) مراحل اصلی فرآیند

1. Organization for Economic Cooperation & Development (OECD)
2. National Science Foundation (NSF)

سنجش علم و فناوری هستند.

به‌علاوه همان‌طور که اشاره شد هدف از سنجش شاخص‌های علم و فناوری، شناخت دقیق وضع موجود و سیاستگذاری آتی براساس آن است. بنابراین پس از انتشار یافته‌ها، تحلیل آنها و همچنین تعقیب روندها ازسوی تحلیلگران، برنامه‌ریزان و سیاستگذاران صورت می‌گیرد. براساس این تحلیل‌ها، نقاط قوت و ضعف شناسایی شده و سیاست‌های لازم برای رفع نقاط ضعف و تقویت نقاط قوت به‌منظور تحقق اهداف تعیین شده طراحی می‌شوند. نمودار ۱ فرآیند سنجش علم و فناوری را نشان می‌دهد.

نمودار ۱. فرآیند سنجش علم و فناوری



اما متأسفانه در کشور ما بی‌توجهی به تفکیک مراحل فرآیند سنجش علم و فناوری از یک‌سو و تعدد بازیگران این عرصه و تداخل وظایف آنها ازسوی دیگر، موجب عدم انسجام و یکپارچگی و همچنین دوباره‌کاری و همپوشانی فعالیت‌های مربوط به سنجش علم و فناوری شده است. به‌عبارت دیگر یک پایگاه داده منسجم و یکپارچه از یافته‌ها وجود ندارد و بعضاً مقادیر متناقض و متفاوتی درباره شاخص‌های یکسان ازسوی منابع مختلف گزارش می‌شود که صحت روش اندازه‌گیری شاخص‌ها و داده‌های گردآوری شده را زیر سؤال برده و تصمیم‌گیری براساس آنها را دشوار و غیرمنطقی می‌سازد. این مشکل به‌ویژه در سال‌های اخیر و با پررنگ شدن نقش علم و فناوری در برنامه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور که ضرورت اتکا بر اطلاعات دقیق و درست را ایجاب می‌کند، بیشتر محسوس است. درحال حاضر و در اسناد و برنامه‌های مختلف کشور، اهداف

خرد و کلان متعددی در حوزه علم و فناوری تعریف می‌شوند؛ بدون آنکه شاخص‌های مناسب و داده‌های کافی و درست برای سنجش میزان تحقق آنها وجود داشته باشد. حتی در بسیاری از موارد مشاهده می‌شود که عدم توانایی سنجش وضع موجود موجب می‌شود که برنامه‌ریزان و سیاستگذاران تمایلی به ذکر شاخص‌های شفاف در برنامه‌های خود نداشته باشند و در نتیجه معیاری برای پایش میزان پیشرفت برنامه‌ها در عمل وجود نداشته باشد.

برای پرداختن به این مقوله مهم در این گزارش ابتدا ارکان اصلی یک فرآیند منسجم و یکپارچه سنجش علم و فناوری را بررسی می‌کنیم. پس از مرور ملاحظات کلیدی در هریک از مراحل سه‌گانه فرآیند سنجش علم و فناوری، به وضعیت نظام سنجش علم و فناوری خواهیم پرداخت. در این قسمت، نهادها و سازمان‌های درگیر در امر سنجش علم و فناوری در ایران، مهمترین فعالیت‌های انجام شده تاکنون و چالش‌های سنجش علم و فناوری در ایران بررسی خواهند شد. این گزارش با ارائه راهکارهایی برای بهبود نظام سنجش علم و فناوری در ایران به پایان خواهد رسید.

۱. ارکان نظام سنجش علم و فناوری

۱-۱. تعریف شاخص‌های علم و فناوری

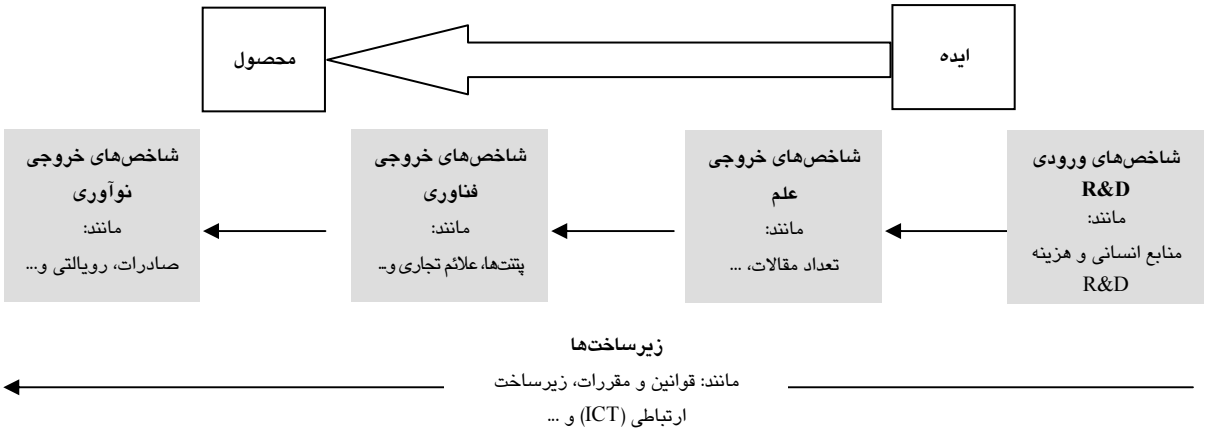
اولین مرحله در فرآیند سنجش علم، فناوری و نوآوری هر کشور، تعریف شاخص‌ها یا همان ابزارهای سنجش وضعیت موجود است. تعریف شاخص‌های مناسب هر کشور، باید با توجه به شاخص‌ها، تعاریف و مفاهیم استاندارد بین‌المللی، روندها و تحولات جهانی، اهداف و اولویت‌های ملی و شرایط بومی هر کشور انجام شود. از آنجایی که یکی از مقاصد اصلی همه کشورها از سنجش شاخص‌های علم و فناوری، مقایسه وضعیت خود با سایر کشورها و تعیین جایگاه در سطح بین‌المللی است، بهتر است شاخص‌های تعریف شده در هر کشور با شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در اغلب کشورهای جهان همخوانی داشته باشند تا مقایسه با کشورهای مختلف میسر شود. البته بسته به شرایط، تعدادی از شاخص‌ها ممکن است در برخی از کشورها قابل اندازه‌گیری نباشند یا تعریف آنها در مورد آن کشورها مصداق نداشته باشد. در چنین شرایطی می‌توان از شاخص‌های مناسب و منطبق با شرایط کشور استفاده کرد. مفاهیم به‌کار رفته در این شاخص‌ها نیز باید به‌طور دقیق و شفاف تعریف شوند. همچنین باید روندها و تحولات جهانی (مثلاً افزایش توجه کشورها به یک فناوری خاص) در تعریف شاخص‌های هر کشور مد نظر قرار گیرند. علاوه‌بر این، کشورها ممکن است با توجه به اهداف، سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه علم و فناوری خود شاخص‌های دیگری هم تعریف کنند.

برای سنجش وضعیت علم، فناوری و نوآوری، شاخص‌های گوناگونی توسط سازمان‌ها و نهادهای مختلف بین‌المللی تعریف شده است. نکته قابل توجه آن است که با توجه به گستردگی این حوزه و ارتباط آن با موضوعات مختلفی مانند رشد اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی بدیهی است که سازمان‌های مختلف با توجه به حوزه کاری و مأموریت‌ها یا اهداف خود، از ابعاد مختلف به سنجش وضعیت علم و فناوری بپردازند. بنابراین هریک از آنها، مجموعه شاخص‌هایی را تعریف و اندازه‌گیری می‌کنند که با مأموریت‌ها و کشورهای مورد هدف آنها سازگاری و تناسب بیشتری داشته باشد. در حقیقت تفاوت‌هایی بین نوع شاخص‌های مورد تأکید هریک از نهادهای مذکور وجود دارد که به تفاوت در حوزه فعالیت و کشورهای تحت پوشش آنها بر می‌گردد. فهرست کامل این شاخص‌ها به تفکیک نهادهای مربوطه در پیوست ارائه شده است.

واضح است که هیچ یک از مجموعه‌های ارائه شده در پیوست به تنهایی قادر به سنجش جامع نظام علم و فناوری نیستند؛ زیرا همان‌طور که اشاره شد شاخص‌های تعریف شده توسط هریک از سازمان‌ها بر ابعاد خاصی از توسعه علم و فناوری متمرکز است. بنابراین انتخاب ترکیب مناسبی از بین شاخص‌های تعریف شده توسط هریک از سازمان‌های فوق ضروری است. بنابراین به‌منظور داشتن تصویر کلی از شاخص‌های علم و فناوری، درک بهتر تأکید هریک از سازمان‌ها بر گروه خاصی از شاخص‌های علم و فناوری شاخص‌ها و انتخاب مجموعه مناسبی از بین آنها، می‌توان مهمترین شاخص‌های گزارش شونده توسط نهادهای بین‌المللی (جدول ۱) را با توجه به مسیر ایده تا محصول در قالب پنج گروه زیر طبقه‌بندی کرد (نمودار ۱ را ببینید):

- شاخص‌های ورودی R&D،
- شاخص‌های خروجی علم،
- شاخص‌های خروجی فناوری،
- شاخص‌های خروجی نوآوری،
- شاخص‌های زیرساخت لازم برای توسعه علم و فناوری.

نمودار ۲. انطباق شاخص‌های علم و فناوری با هریک از مراحل مسیر تبدیل ایده به محصول



بنابراین فهرست جامع شاخص‌های علم و فناوری را می‌توان با توجه به جدول ۱ و همچنین با در نظر گرفتن نکات زیر از بین شاخص‌های پیشنهادی سازمان‌های مختلف بین‌المللی استخراج کرد:

ـ تعریف شاخص‌ها باید با توجه به سطح توسعه‌یافتگی کشور، اهداف و اولویت‌های تعیین شده در برنامه‌ها و اسناد کلان و میزان اهمیت آنها صورت گیرد.

ـ فهرست شاخص‌ها باید به موازات تغییر روندهای علم و فناوری در سطح جهان، در سطح کشور و همچنین با مطرح شدن اولویت‌های جدید علم و فناوری به‌روزرسانی شود. به‌عبارت دیگر اگرچه داشتن مجموعه ثابتی از شاخص‌ها برای تعقیب روندها ضروری است، اما اندازه‌گیری برخی شاخص‌های خاص نیز در دوره‌های زمانی مشخص ضروری است. برای مثال اگر قرار باشد برنامه‌های ویژه یا سرمایه‌گذاری‌های عمده برای توسعه یک فناوری خاص انجام شود، شاخص‌های مربوط به اندازه‌گیری آن فناوری باید تعریف شوند و تا زمان تحقق اهداف تعیین شده، به‌طور منظم و در کنار دیگر شاخص‌های علم و فناوری مورد سنجش قرار گیرند.

ـ توجه متعادل و همزمان به شاخص‌های ورودی R&D، خروجی علم، خروجی فناوری و خروجی نوآوری و پرهیز از تأکید بیش از حد بر گروه خاصی از شاخص‌ها (مثلاً شاخص‌های خروجی علم) به‌منظور سنجش پیشرفت متوازن علم و فناوری ضروری است.

ـ تعاریف و مفاهیم مورد استفاده برای اندازه‌گیری شاخص‌ها باید با تعاریف و مفاهیم استاندارد ملی و بین‌المللی، آمارهای اجتماعی، اقتصادی و ... سازگاری داشته باشند.

جدول ۱. دسته‌بندی شاخص‌های بین‌المللی سنجش علم و فناوری با توجه به مراحل مسیر تبدیل ایده به محصول

دسته	زیر دسته	شاخص	سازمان‌های بین‌المللی				
			بانک جهانی	OECD	یونسکو	اتحادیه اروپا	سازمان ملل
ورودی R&D	منابع انسانی R&D	تعداد کل پرسنل R&D		* (معادل تمام‌وقت/ ۱۰۰۰ نفر نیروی کار)	*		
		تعداد کل پرسنل R&D به تفکیک بخش، جنس، مدرک تحصیلی، رشته علمی		* (معادل تمام‌وقت)	* (معادل تمام‌وقت و سرشماری)		
		تعداد محققان در R&D (به‌ازای ۱ میلیون نفر)	*	* (سرشماری)	*	*	
		تعداد تکنیسین‌های شاغل در R&D (به‌ازای ۱ میلیون نفر)	*				
		تعداد فارغ‌التحصیلان جدید PhD				*	
		درصد استخدام در صنایع High-tech				*	
		درصد استخدام در خدمات مبتنی‌بر دانش				*	
		میانگین سال‌های تحصیل					* (بالای ۱۵ سال)
		نسبت پذیرفته‌شدگان مقطع آموزش عالی در رشته‌های علوم					*
	هزینه R&D	هزینه‌های تحقیق و توسعه (درصد از تولید ناخالص داخلی)	*	*	*	*	
		هزینه‌های تحقیق و توسعه (به تفکیک بخش انجام‌دهنده R&D)		*	*		
		هزینه‌های تحقیق و توسعه (به تفکیک منبع تأمین مالی R&D)		*	*	*	
		هزینه‌های تحقیق و توسعه (به تفکیک رشته‌های علمی/ نوع فعالیت)			*		
خروجی علم	مقالات	تعداد مقالات علمی و فنی در ژورنال‌های علمی (به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت)	*			*	
		تعداد مقالات پر استناد (به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت)				*	
خروجی فناوری	پتنت‌ها	تعداد درخواست پتنت به تفکیک افراد مقیم و غیرمقیم	*				
		تعداد درخواست پتنت به تفکیک اداره ثبت اختراع اروپا و آمریکا	* (یک میلیون نفر)	*		*	

دسته	زیر دسته	شاخص	سازمان‌های بین‌المللی				
			بانک جهانی	OECD	یونسکو	اتحادیه اروپا	سازمان ملل
		پتنت‌های اعطا شده به افراد مقیم					* (یک میلیون نفر)
	علامت تجاری	تعداد درخواست ثبت علامت تجاری به تفکیک افراد مقیم و غیرمقیم	*				
خروجی نوآوری	صادرات	حجم صادرات High-tech به دلار	*				
		حجم صادرات High-tech (درصد از کل صادرات تولیدی)	*				*
		حجم صادرات High-tech (درصد از کل مقدار جهانی)				*	
	تراز فناوری در پرداخت‌ها	تراز فناوری در پرداخت‌ها (پرداخت‌ها)		* (میلیون دلار)			
		تراز فناوری در پرداخت‌ها (دریافت‌ها)		* (میلیون دلار)		* (درصد از GDP)	
		صادرات منهای واردات				* (درصد از GDP)	
	رویالتی	پرداخت‌های کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا)	*				
		دریافت‌های کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا)	*				*
زیرساخت‌ها	زیرساخت ارتباطی	تعداد میزبان‌های اینترنت					* (۱۰۰۰ نفر)
		تعداد خطوط تلفن (همراه و ثابت)	* (۱۰۰۰ نفر)				* (۱۰۰۰ نفر)
		تعداد کاربران اینترنت	* (۱۰۰۰ نفر)				
		تعداد کامپیوترها	* (۱۰۰۰ نفر)				
	قوانین و مقررات	موانع گمرکی و غیرگمرکی	*				
		کیفیت قانونی و اجرای قانون	*				
	زیرساخت صنعتی	مصرف انرژی برق					* (کیلووات ساعات سرانه)

Source: OECD, 2008 ،World Bank, 2010 ،Unesco, 2010 ،EC, 2010.

۲-۱. اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری

پس از تعریف مجموعه شاخص‌های علم و فناوری، باید اقدام به اندازه‌گیری یا محاسبه آنها نمود. بدین منظور باید به‌وجود یک نهاد واحد به‌عنوان مسئول جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز توجه کرد. همچنین، ضروری است داده‌های مربوط به کلیه بازیگران نظام علم و فناوری اعم از دولت، شرکت‌های تجاری، بخش خصوصی، دانشگاه‌ها، مؤسسات پژوهشی و حتی افراد حقیقی پوشش داده شوند. به‌علاوه، باید به خوبی از ابزارهای مناسب جمع‌آوری داده‌ها استفاده کرد و یک زمانبندی مشخص و مستمر برای اندازه‌گیری شاخص‌ها داشت. در ادامه با تفصیل بیشتری به هریک از موضوعات فوق پرداخته خواهد شد.

۱-۲-۱. نهاد متولی اندازه‌گیری

اندازه‌گیری یا محاسبه شاخص‌ها اساساً یک فعالیت آماری است. بسته به نوع شاخص‌های تعریف شده، داده‌های مورد نیاز برای محاسبه آنها به‌صورت سرشماری یا براساس نمونه آماری تهیه می‌شوند. بنابراین نهاد جمع‌آوری داده‌ها باید همواره فهرست کاملی از بازیگران عرصه علم و فناوری در اختیار داشته باشد یا با استفاده از روش‌های استاندارد آماری تخمین مناسبی از آنها را مورد استفاده قرار دهد. بازیگران عرصه علم و فناوری در حقیقت تولیدکننده داده‌های مورد نیاز نهاد اندازه‌گیری شاخص‌ها هستند و مهمترین آنها عبارتند از: مؤسسات پژوهشی، شرکت‌های تجاری، دانشگاه‌ها و افراد حقیقی، که باید اطلاعات مورد نیاز نهاد اندازه‌گیری شاخص‌ها را تهیه و طبق چارچوب خواسته شده در اختیار آن قرار دهند.

۲-۲-۱. پوشش کامل داده‌ها

مسئله اساسی دیگر درخصوص اندازه‌گیری شاخص‌ها، افزایش پوشش داده‌های موجود است. در این زمینه توجه خاص به این نکته ضروری است که معمولاً شکافی درخصوص جمع‌آوری داده‌ها از بخش تجاری یا غیردولتی وجود دارد. به‌ویژه با توجه به افزایش اهمیت بخش غیردولتی در توسعه علم، فناوری و نوآوری، گردآوری اطلاعات بیشتری از این بخش حائز اهمیت است. اما نکته اصلی این است که بر خلاف داده‌های مربوط به انجام R&D و نوآوری در بخش دولتی که معمولاً در قالب برنامه‌ها و گزارش‌های موجود سالیانه قابل دسترسی هستند، داده‌های مربوط به بخش غیردولتی (به‌ویژه داده‌های مالی) معمولاً در دسترس نیستند. این مسئله تا حد زیادی ناشی از تعدد و پراکندگی بازیگران (اعم از افراد حقیقی، شرکت‌ها یا مؤسسات پژوهشی) در بخش غیردولتی است. برای حل این مشکل در بسیاری از کشورهای پیشرو در سنجش علم و فناوری، پیمایش تحقیق و توسعه تجاری و نوآوری به‌صورت منظم انجام می‌شود.

ـ پیمایش تحقیق و توسعه تجاری و نوآوری[1]

با هدف تدارک آمارهای مفصل و با جزئیات کافی در مورد هزینه‌های تحقیق و توسعه، نیروی انسانی تحقیق و توسعه، مالکیت فکری، انتقال تکنولوژی و فعالیت‌های نوآورانه در شرکت‌های خصوصی، پیمایش تحقیق و توسعه تجاری و نوآوری در کشورهای توسعه یافته به‌صورت منظم انجام می‌شود. معمولاً انجام این پیمایش‌ها و پاسخگویی به آنها در قوانین مربوطه الزامی می‌شود.[2]

در این پیمایش‌ها که غالباً با همکاری ادارات آمار و سرشماری اجرا می‌شوند، داده‌های مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه، نیروی انسانی تحقیق و توسعه، مدیریت و استراتژی تحقیق و توسعه، مالکیت فکری، انتقال تکنولوژی و فعالیت‌های نوآورانه گردآوری می‌شوند. برای مثال در ایالات متحده، نمونه‌ای از شرکت‌های خصوصی کوچک (با حداقل ۵ کارمند) و شرکت‌های بزرگ در بخش‌ها و رشته‌های مختلف علم و فناوری با استفاده از روش‌های آماری استاندارد انتخاب می‌شود و پرسشنامه‌های طراحی شده برای آنها ارسال می‌شود. سپس پرسشنامه‌های تکمیل شده، دریافت می‌شوند و در اختیار نهاد یا سازمان متولی انتشار شاخص‌ها قرار می‌گیرد تا تحلیل‌های لازم را انجام داده و گزارش‌های مورد نیاز را تولید کند.

۳-۲-۱. ابزارها

الف) پرسشنامه

مهمترین ابزاری که می‌تواند برای اندازه‌گیری و محاسبه شاخص‌ها به‌ویژه در بخش غیردولتی استفاده شود، پرسشنامه است. در طراحی پرسشنامه باید شفافیت سؤالات، اختصار و در عین حال جامعیت و پوشش کامل اطلاعات مورد نیاز مد نظر قرار گیرد. پاسخ‌ها باید کمّی باشند و از اطلاعات کیفی و قضاوتی اجتناب شود. آموزش منابع انسانی درگیر در این کار، به بهبود کیفیت اطلاعات فراهم شده کمک می‌کند.

ب) برنامه‌ها، گزارش‌های سالیانه و سوابق موجود

علاوه‌بر پرسشنامه که اساساً برای اندازه‌گیری اطلاعات بخش غیردولتی استفاده می‌شود، برخی از داده‌ها، به‌ویژه داده‌های بخش دولتی را می‌توان از روی برنامه‌ها و گزارش‌های سالیانه و همچنین سوابق موجود به‌دست آورد. در صورت امکان، این منابع می‌توانند به‌عنوان محک به تعیین میزان صحت برخی از داده‌های به‌دست آمده از روش‌های دیگر (مانند پرسشنامه‌ها) نیز کمک کنند. ازجمله مهمترین گزارش‌ها و سوابق موجود می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ گزارش‌های مالی و مالیاتی، قوانین بودجه،

---

1. Business R&D and Innovation Survey

۲. برای مثال در قانون ایالات متحده، سرفصل ۱۳، انجام این پیمایش و الزام پاسخگویی به آن تصویب شده است
http://www.census.gov/econ/overview/mu2600.html

- سوابق مربوط به آموزش عالی، به‌خصوص آموزش در دوره‌های فوق لیسانس و دکترا،
- سوابق مربوط به پتنت‌های صنعتی و دیگر روش‌های حفاظت از مالکیت فکری،
- داده‌های مربوط به تجارت خارجی،
- سوابق مربوط به تسهیلات پژوهش (مانند لابراتوارها و کتابخانه‌ها) و... .

۴-۲-۱. زمانبندی

اندازه‌گیری شاخص‌ها باید در بازه‌های زمانی منظم و به‌صورت مستمر انجام شود، تا امکان تعقیب روندهای علم و فناوری فراهم شود. در حالت کلی اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری در اغلب کشورهایی که سنجش مستمر علم و فناوری دارند، به‌صورت سالیانه انجام می‌شود. اما در مورد شاخص‌های خاص و پراهمیت‌تر می‌توان از زمانبندی‌های کوتاه‌تر مثلاً ٦ ماه یک بار نیز استفاده کرد. نکته مهم آن است که چون برخی از شاخص‌های علم و فناوری با شاخص‌های اقتصادی در ارتباط هستند، توجه به زمانبندی مشابه برای اندازه‌گیری هر دو دسته از شاخص‌ها ضروری است تا اطلاعات به‌دست آمده معنادار باشند. برای مثال اگر یکی از شاخص علم و فناوری به‌صورت سالیانه تعریف می‌گردد و در محاسبه آن از یک متغیر اقتصادی استفاده می‌شود، آن متغیر اقتصادی هم باید در بازه زمانی منطبق با شاخص مذکور به‌کار برده شود. همچنین برای مقایسه نتایج با کشورهای دیگر نیز باید به این نکته توجه داشت که بازه زمانی اندازه‌گیری در همه کشورهای دنیا، سال میلادی است درحالی که در ایران معمولاً شاخص‌ها بر مبنای سال شمسی اندازه‌گیری می‌شوند. بنابراین برای داشتن مقایسه درست بین کشور ایران و سایر کشورها، باید تقریب‌های لازم را در نظر گرفت.

۳-۱. انتشار یافته‌ها

پس از تعریف و اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری، انتشار یافته برای کاربران ملی و بین‌المللی توسط نهاد متولی این امر انجام می‌شود. ازجمله استفاده‌کنندگان یا کاربران شاخص‌ها، نهادها یا سازمان‌های دولتی ملی و بین‌المللی، برنامه‌ریزان، سیاستگذاران، محققان، مشاوران، صنایع و شرکت‌های تولیدی هستند. مطالعه سایر کشورها نشان می‌دهد که با توجه به ماهیت کار، سازمان یا نهاد منتشرکننده یافته‌ها می‌تواند همان سازمان یا نهاد تعریف‌کننده شاخص‌ها باشد.

علاوه‌بر نهادها و سازمان‌های ملی که اقدام به انتشار یافته‌ها می‌کنند، نهادها و سازمان‌های بین‌المللی نیز به انتشار اطلاعات مربوط به کشورهای مختلف، انجام مقایسات و تحلیل‌های مربوطه می‌پردازند. برای مثال، همان‌طور که در جدول ۱ هم اشاره شد، OECD، بانک جهانی، اتحادیه اروپا، یونسکو، سازمان ملل متحد و ... به‌طور مستمر به انتشار شاخص‌های علم و فناوری

اندازه‌گیری شده در سطح کشورهای مختلف می‌پردازند. این کار نیز در بازه‌های زمانی منظم و معمولاً به‌صورت سالیانه، انجام می‌شود.

۲. نظام سنجش علم و فناوری در ایران

اگرچه بیش از نیم قرن از جمع‌آوری آمارهای علم و فناوری در کشورهای توسعه یافته می‌گذرد، سنجش شاخص‌های علم و فناوری در ایران قدمت چندانی ندارد و نخستین تلاش‌های جدی و قابل توجه در این حوزه به سال‌های ابتدایی دهه ۱۳۸۰ برمی‌گردد که به تعریف و تصویب نسبتاً مفصلی از شاخص‌های علم و فناوری توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۸۱ انجامید. اما نهادهای دیگری نیز در این عرصه فعالیت دارند که هریک علاوه‌بر تعریف و گردآوری شاخص‌های مورد نظر خود، اقدام به انتشار و گزارش آنها نیز در سطح ملی و بعضاً بین‌المللی می‌کنند.

در این قسمت پس از بررسی مهمترین نهادها و سازمان‌هایی که تاکنون فعالیت‌هایی در زمینه تعریف و سنجش شاخص‌های علم و فناوری در ایران داشته‌اند، چالش‌های اساسی سنجش علم و فناوری در ایران مرور شده و راهکارهایی برای بهبود نظام سنجش علم و فناوری پیشنهاد خواهد گردید.

۲-۱. نهادها و سازمان‌ها

بررسی وضعیت سنجش علم و فناوری در ایران نشان می‌دهد، درحال حاضر نهادها و سازمان‌های متعددی به‌واسطه قانون وظایف و مأموریت‌های خود یا صرفاً برای رفع نیازهای اطلاعاتی خود، با این موضوع درگیر هستند و به همین دلیل اقدام به اندازه‌گیری شاخص‌ها و انتشار یافته‌های خود و حتی بعضاً به تعریف شاخص‌های مختلف در بازه‌های زمانی نامنظم می‌پردازند. همچنین با تدوین اسناد جدیدی (مانند نقشه جامع علمی کشور یا برنامه‌های توسعه پنج‌ساله) به‌طور متناوب وظایف و مسئولیت‌های جدیدی در حوزه سنجش علم و فناوری برای نهادها یا سازمان‌های مختلف تعریف می‌شود. این مسئله علاوه‌بر دوباره‌کاری و همپوشانی برخی از این فعالیت‌ها، موجب می‌شود بعضاً نتایج متناقضی در سنجش شاخص‌های یکسان حاصل شود که ناشی از استفاده از تعاریف و روش‌های متفاوت اندازه‌گیری و همچنین عدم صلاحیت و برخورداری نهادهای مذکور از دانش و تخصص لازم برای سنجش علم و فناوری است.

در ادامه مروری بر سازمان‌ها و نهادهایی که تاکنون به سنجش علم و فناوری در ایران پرداخته‌اند، خواهیم داشت.

۱-۱-۲. نهاد ریاست‌جمهوری

نهاد ریاست‌جمهوری از طریق زیرمجموعه‌های خود اقدام به سنجش شاخص‌های علم و فناوری در کشور می‌کند. مهمترین زیرمجموعه‌های این نهاد که در سنجش وضعیت علم و فناوری کشور درگیر هستند عبارتند از:

ـ معاونت فناوری رئیس‌جمهور، ستادهای فناوری‌های راهبردی

ستادهای فناوری‌های راهبردی در حوزه‌های فناوری انرژی‌های نو، زیست‌فناوری، فناوری سلول‌های بنیادی، فناوری میکروالکترونیک و نانوفناوری تشکیل شده‌اند. یکی از وظایف و مأموریت‌های این ستادها، ارزیابی مستمر روندهای جهانی علم و فناوری و تعیین جایگاه کشور از حیث تولید علم، فناوری و ثروت در هریک از حوزه‌هاست. تجربه ستاد نانو نشان داده که نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها تأثیر مهمی بر سیاستگذاری‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و حتی بلندمدت کشور داشته است.

ـ دفتر همکاری‌های فناوری

این دفتر اقداماتی را در زمینه سنجش فناوری صورت می‌دهد. معرفی برخی از شاخص‌های سنجش فناوری، با عنوان «شاخص‌های سنجش زیرساخت‌های کاربری توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات» و «شاخص‌های بررسی وضعیت صنعت» از اصلی‌ترین اقدامات این دفتر در سنجش فناوری به‌شمار می‌رود.

ـ مرکز آمار ایران

مرکز آمار ایران به‌عنوان تخصصی‌ترین نهاد کشور برای گردآوری داده‌های آماری، فعالیت مستمری در زمینه گردآوری داده‌های علم و فناوری ندارد. هرچند آمارهایی درخصوص صنایع و همچنین واحدهای تحقیق و توسعه کشور، شاغلان تمام‌وقت و پاره‌وقت، پروژه‌های تحقیقاتی و ارزش سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به تفکیک استان‌های کشور توسط مرکز آمار ایران منتشر شده است، اما عدم استمرار این فعالیت‌ها و هدفگذاری‌های خاص برای گردآوری داده‌ها ازجمله کاستی‌های موجود در این زمینه است.[1]

۲-۱-۲. شورای عالی انقلاب فرهنگی

ـ هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی

در قانون جایگاه، اهداف و وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی، مصوب ۱۳۷٦/۰۸/۲۰ شورای عالی انقلاب فرهنگی، این شورا به‌عنوان مرجع عالی سیاستگذاری، تعیین خط‌مشی، تصمیم‌گیری و هماهنگی و هدایت امور فرهنگی، آموزشی و پژوهشی کشور در چارچوب سیاست‌های کلی نظام محسوب شده و تصمیمات و مصوبات آن لازم‌الاجرا و در حکم قانون است. بندهای «۵» و «٦»

1. http://www.amar.org.ir

وظایف شورا به‌صورت زیر است:

- تبیین و تعیین شاخص‌های کمّی‌وکیفی برای ارزیابی وضع فرهنگی کشور،
- بررسی و ارزیابی وضع فرهنگ، آموزش و تحقیقات کشور.

در این راستا و در سال ۱۳۸۱، شورای عالی انقلاب فرهنگی فهرست نسبتاً مفصلی از شاخص‌های علم و فناوری جمهوری اسلامی ایران را که در ارزیابی‌های کلان علم و فناوری اندازه‌گیری می‌شوند، تعریف و تصویب کرد. جدول ۲ لیست شاخص‌های مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۲. شاخص‌های ارزیابی کلان علم و فناوری مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی

۱. شاخص‌های انسانی (به تفکیک زن و مرد)
۱-۱. تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت
۱-۲. تعداد کل شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت
۱-۳. درصد محققان از کل شاغلان تحقیقاتی
۱-٤. درصد محققان مراکز دولتی از کل محققان
۱-٥. درصد شاغلان تحقیقاتی مراکز دولتی از کل شاغلان تحقیقاتی
۱-٦. درصد محققان در بخش‌های مختلف تحقیقات از کل شاغلان تحقیقاتی
۱-۷. درصد کارشناسان پژوهشی از کل شاغلان تحقیقاتی
۱-۸. درصد تکنیسین‌های شاغل در تحقیقات از کل شاغلان تحقیقاتی
۱-۹. تعداد شاغلان تحقیقاتی بر حسب استان‌های کشور
۱-۱۰. تعداد و درصد محققان بر حسب رشته تخصصی
۱-۱۱. درصد رشد تعداد محققان
۱-۱۲. تعداد نیروهای پشتیبانی و خدماتی تحقیقات
۲. شاخص‌های مالی
۲-۱. کل اعتبارات تحقیقاتی[۱]
۲-۲. درصد رشد اعتبارات تحقیقاتی
۲-۳. درصد اعتبارات تحقیقاتی از تولید ناخالص ملی (GNP)
۲-٤. درصد اعتبارات دولتی تحقیقات از بودجه عمومی دولت
۲-٥. درصد اعتبارات دولتی تحقیقات از کل اعتبارات تحقیقاتی
۲-٦. درصد درآمدهای تحقیقاتی از کل هزینه‌های تحقیقاتی
۲-۷. درصد هزینه‌های تحقیقاتی از کل اعتبارات تحقیقاتی مصوب
۲-۸. درصد اعتبارات تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای از کل اعتبارات تحقیقاتی
۲-۹. درصد اعتبارات تحقیقات بنیادی از کل اعتبارات تحقیقاتی
۲-۱۰. درصد اعتبارات بخش‌های مختلف تحقیقات از کل اعتبارات تحقیقاتی و رشد اعتبارات هر بخش
۲-۱۱. درصد اعتبارات پشتیبانی تحقیقات به تفکیک عمرانی و پرسنل دفتری خدماتی از کل اعتبارات تحقیقاتی

۱۲-۲. درصد هزینه‌های پرسنلی تحقیقات از کل اعتبارات تحقیقاتی
۱۳-۲. کل هزینه مربوط به خرید و انتقال فناوری
١٤-٢. کل درآمد حاصل از فروش و انتقال فناوری
۳. شاخص‌های ساختاری
۱-۳. تعداد مراکز تحقیقاتی
۲-۳. نسبت مراکز تحقیق و توسعه[۲] به کل مراکز تحقیقاتی
۳-۳. نسبت مراکز تحقیقات علمی به کل مراکز تحقیقاتی
٤-٣. نسبت مراکز تحقیقات غیردولتی به کل مراکز تحقیقاتی
٥-٣. تعداد تفاهمنامه‌های اجرا شده به تفکیک ملی و بین‌المللی
٦-٣. تعداد پایگاه‌ها و شبکه‌های رایانه‌ای اطلاع‌رسانی علمی و مرتبط با شبکه‌های اینترنت
۷-۳. نسبت مراکز تحقیقاتی در هریک از گروه‌های تخصصی علمی[۳] به تفکیک
۸-۳. نسبت مراکز تحقیقاتی دولتی در هریک از گروه‌های تخصصی علمی
۹-۳. تعداد پارک‌ها و شهرک‌های تحقیقاتی و فناوری
۱۰-۳. تعداد انجمن‌های علمی
۴. شاخص‌های عملکردی
١-٤. تعداد طرح‌های تحقیقاتی مصوب و فعال[٤] به تفکیک بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای
٢-٤. تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته که نتایج آن مورد استفاده قرار گرفته است
٣-٤. تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته به تفکیک بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای
٤-٤. درصد طرح‌های تحقیقاتی بنیادی از کل طرح‌های تحقیقاتی فعال
٥-٤. درصد طرح‌های تحقیقاتی کاربردی و توسعه‌ای از کل طرح‌های تحقیقاتی فعال
٦-٤. درصد طرح‌های تحقیقاتی کاربردی و توسعه‌ای از کل طرح‌های تحقیقاتی فعال
۷-٤. تعداد مقالات منتشر شده در مجلات معتبر علمی- ترویجی و علمی- پژوهشی ایرانی به تفکیک
٨-٤. تعداد مقالات منتشر شده در مجلات معتبر علمی خارجی
٩-٤. تعداد مقالات منتشر شده در مجموعه مقالات کامل همایش‌های معتبر علمی داخلی
١٠-٤. تعداد مقالات منتشر شده در مجموعه مقالات کامل همایش‌های معتبر علمی خارجی
١١-٤. تعداد اختراعات و اکتشافات به ثبت رسیده
١٢-٤. تعداد ارجاعات به مقالات علمی منتشر شده
١٣-٤. تعداد کتب علمی تخصصی تألیف شده و انتشار یافته توسط دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و ناشران معتبر علمی
١٤-٤. تعداد قراردادهای خرید و انتقال فناوری
١٥-٤. تعداد قراردادهای فروش و انتقال فناوری
۵. شاخص‌های بهره‌وری
۱-۵. نسبت تعداد مقالات منتشر شده به صد نفر محقق به تفکیک بندهای «٤-٦» تا «٤-٩»
۲-۵. نسبت اعتبارات تحقیقاتی به تعداد محققان و شاغلان تحقیقاتی
۳-۵. نسبت اعتبارات تحقیقاتی به تعداد کل طرح‌های تحقیقاتی پایان‌یافته
٤-٥. نسبت تعداد محققان به تعداد مراکز تحقیقاتی

۵-۵. نسبت اعتبارات تحقیقاتی به تعداد مراکز تحقیقاتی
۵-۶. نسبت تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تعداد مراکز تحقیقاتی
۵-۷. نسبت تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به صد نفر محقق
۵-۸. نسبت کل اعتبارات تحقیقاتی به تعداد محققان
۵-۹. نسبت کل اعتبارات تحقیقاتی به یک میلیون نفر جمعیت کشور و به کل جمعیت کشور
۵-۱۰. نسبت تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته به طرح‌های تحقیقاتی مصوب
۵-۱۱. نسبت تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته که نتایج آنها به بهره‌برداری رسیده به کل طرح‌های تحقیقاتی مصوب

مأخذ: شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، ۱۳۸۱.

(۱) منظور از اعتبارات تحقیقاتی، اعتبارات تخصیص یافته و منظور از درآمدها و هزینه‌های تحقیقاتی، درآمدها و هزینه‌های تحقق یافته می‌باشد.

(۲) منظور از مراکز تحقیق و توسعه و مراکز تحقیقات علمی مراکزی است که دارای مجوز رسمی می‌باشند.

(۳) منظور از گروه‌های تخصصی علمی گروه‌های هشت گانه شورای عالی برنامه‌ریزی شامل گروه‌های فنی و مهندسی، علوم پایه، علوم انسانی، علوم تجربی، کشاورزی، پزشکی و هنر می‌باشد.

(٤) منظور از طرح تحقیقاتی فعال طرح تحقیقاتی تصویب شده، تامین اعتبار شده و در حال اجرا می‌باشد.

پس از آن هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی به‌عنوان نهاد اندازه‌گیری این شاخص‌ها تشکیل شد. این هیئت تاکنون سه دوره ارزیابی کلان علم و فناوری در کشور انجام داده که به تصویب شورای عالی انقلاب فرهنگی رسیده و منتشر شده است. این ارزیابی‌ها با اخذ اطلاعات از مرکز آمار ایران، شورای پژوهش‌های علمی کشور، معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت صنایع و معادن، سازمان ثبت اسناد و املاک کشور، مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران، ... تهیه شده‌اند.

در گزارش اولین ارزیابی کلان که در سال ۱۳۸۲ منتشر شده، روند تحولات شاخص‌های مصوب علم و فناوری در سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۷۷ و ۱۳۷۹ بررسی گردیده است. دومین ارزیابی کلان علم و فناوری، که با تأکید بر توسعه متوازن علم در سال ۱۳۸۵ منتشر شده، روند تحولات شاخص‌های مذکور را تا سال ۱۳۸۱ نشان می‌دهد. اما گزارش سومین ارزیابی کلان که با تأکید بر توسعه فناوری در سال ۱۳۸٦ منتشر شده، با دو گزارش قبلی تفاوت‌هایی دارد. در این گزارش علاوه‌بر اینکه همانند دو گزارش قبلی روند تحولات شاخص‌های کلان علم و فناوری نشان داده شده است (تا سال ۱۳۸۳)، سرفصلی با عنوان توسعه فناوری نیز وجود دارد که ذیل آن شاخص‌هایی در دو بخش جداگانه تجاری‌سازی فناوری و فناوری‌های نوین مورد سنجش قرار گرفته است. جدول ۳ فهرست این شاخص‌های اضافه شده را نشان می‌دهد. مهمترین نکاتی که در مورد این شاخص‌ها قابل ذکر است عبارتند از:

ـ در مورد تعدادی از شاخص‌های ایران از گزارشات منابع خارجی مانند اتحادیه جهانی مخابرات یا بانک جهانی، به‌عنوان مرجع داده‌ها استفاده شده است (مانند شاخص‌های فناوری اطلاعات، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، صادرات محصولات با فناوری پیشرفته). درحالی که اساساً سازمان‌های بین‌المللی باید اطلاعات مندرج در گزارش‌های خود را از نهادهای ملی هر کشور دریافت کنند، نه اینکه نهادهای ملی به‌خاطر عدم دسترسی به اطلاعات خود از داده‌های گزارش شده مراجع بین‌المللی استفاده کنند. به‌نظر می‌رسد مرجعی برای کسب برخی از اطلاعات در کشور ما وجود ندارد که بالاترین نهاد ملی سنجش علم و فناوری ناچار به منابع خارجی روی آورده است. اطلاعات ایران در چنین زمینه‌هایی قاعدتاً در وهله اول باید از طریق وزارت ICT یا وزارت بازرگانی قابل دسترسی باشند، نه اتحادیه جهانی مخابرات یا بانک جهانی.

ــ با گذر تدریجی کشور از مرحله تحقیق و پژوهش، گرایش بیشتر به سمت شاخص‌های اندازه‌گیری خروجی فناوری و نوآوری ضروری است که در این گزارش هم تا حدودی مشهود است.

ـ شاخص‌های مورد سنجش در حوزه فناوری اطلاعات (مانند تعداد کاربران تلفن یا اینترنت، تعداد رایانه‌های شخصی) به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات اختصاص دارند و نشان‌دهنده سهم بازار صادرات در صنعت الکترونیک یا در صنعت ماشین‌های اداری و کامپیوتر نیستند. به همین دلیل توان تولید کشور در این عرصه مورد سنجش قرار نمی‌گیرد.

ـ در انتهای این گزارش لیستی از مفاهیم مورد استفاده در اندازه‌گیری شاخص‌ها ارائه شده است که در آن به تعریف مفاهیم و واژگان خاص (مانند محقق، اختراع، ...) پرداخته شده است. این مسئله قابل توجه است، اما به‌نظر می‌رسد لیست مذکور با توجه به استانداردهای بین‌المللی مورد استفاده در سایر کشورها نیاز به بازنگری و تکمیل داشته باشد.

ـ بهتر است شاخص‌های سنجش توسعه فناوری در کنار شاخص‌های کلی سنجش علم و فناوری (جدول ۲) قرار گرفته و در همه سنجش‌های دوره‌ای اندازه‌گیری شوند، نه فقط در برخی از ارزیابی‌های کلان.

ـ در شاخص‌های بخش دوم توجه ویژه‌ای به فناوری اطلاعات، نانوفناوری و زیست‌فناوری به‌عنوان فناوری‌های کلیدی در توانمندی کشورها شده است. شایسته است سایر فناوری‌های نوین به‌خصوص فناوری هوا فضا و کامپیوتر نیز مورد توجه قرار گیرند.

جدول ۳. شاخص‌های توسعه فناوری در ایران به گزارش شورای عالی انقلاب فرهنگی

تجاری‌سازی فناوری
تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد واحدهای فناوری
تعداد کارگاه‌های صنعتی (کارگاه‌های کوچک و متوسط) بر حسب تعداد شاغلین
جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
صادرات خدمات فنی و مهندسی
صادرات محصولات با فناوری بالا (پیشرفته)
فناوری‌های نوین
الف) فناوری اطلاعات
ـ تعداد خطوط تلفن ثابت به‌ازای هر صد نفر جمعیت
ـ تعداد مشترکان تلفن‌های همراه به‌ازای هر صد نفر جمعیت
ـ تعداد رایانه‌های شخصی به‌ازای هر صد نفر جمعیت
ـ تعداد کاربران اینترنت در هر صد نفر جمعیت
ب) نانوفناوری
ـ میزان سرمایه‌گذاری‌های دولتی در تحقیقات نانوفناوری
ـ درصد مقاله‌های نانوفناوری از کل مقاله‌های نانوفناوری دنیا
ـ تعداد مقاله‌های منتشره شده در مجلات معتبر بین‌المللی
ج) زیست فناوری
ـ تعداد نیروی انسانی کشور در عرصه زیست فناوری
ـ سرمایه‌گذاری دولتی در توسعه زیست فناوری
ـ تعداد مقاله‌های منتشره شده در مجلات معتبر داخلی و بین‌المللی
ـ تعداد ثبت اختراع
ـ تعداد طرح‌های پژوهشی تقاضامحور مرتبط با زیست فناوری

شایان ذکر است که در زمان تدوین این گزارش، چهارمین ارزیابی کلان علم و فناوری نیز توسط هیئت نظارت و ارزیابی شورای عالی انقلاب فرهنگی درحال انجام بوده و نتایج آن منتشر نشده بود.

ـ کارگروه نقشه جامع علمی کشور

با مطرح شدن بحث تدوین نقشه جامع علمی کشور، موضوع تعیین وضعیت موجود و مطلوب شاخص‌های علم و فناوری اهمیت بیشتری پیدا کرد. به همین دلیل شورای عالی انقلاب فرهنگی در قالب کارگروه تدوین نقشه، اقدام به تعریف شاخص‌های علم و فناوری نموده و حتی کمیت‌های موجود و مطلوب آنها را نیز برای سال ۱۴۰۴ تعیین کرده است.

با توجه به این امر، مسئولیت هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی مبنی‌بر سنجش شاخص‌های علم و فناوری کشور در قالب ارزیابی‌های کلان دوره‌ای، مورد سؤال خواهد بود.

به‌علاوه به‌نظر می‌رسد همپوشانی‌ها و اختلافاتی بین شاخص‌های مورد اندازه‌گیری این هیئت و شاخص‌های تعریف شده در نقشه جامع علمی کشور، وجود داشته باشد. بررسی اعداد و ارقامی که توسط هیئت نظارت و ارزیابی گزارش شده و همچنین اعداد و ارقام ارائه شده در پیش‌نویس نقشه جامع (سال ۱۳۸۸) نیز نشان می‌دهد که حتی در اندازه‌گیری شاخص‌ها نیز اختلافاتی وجود دارد؛ حال آنکه هم هیئت نظارت و ارزیابی و هم کارگروه تدوین نقشه جامع وابسته به نهاد واحدی به نام شورای عالی انقلاب فرهنگی هستند، اما ارزیابی‌های آنها از شاخص‌های یکسان، به نتایج مختلف منتهی شده است.[۱]

ـ جهاد دانشگاهی

جهاد دانشگاهی یکی دیگر از نهادهای وابسته به شورای عالی انقلاب فرهنگی است که عمده فعالیت‌های آن در زمینه سنجش علم با اندازه‌گیری و انتشار شاخص‌هایی برای سنجش و ارزیابی مقالات علمی نمایه‌سازی شده در مجلات علمی- پژوهشی و علمی- ترویجی داخلی و خارجی بوده است. به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های جهاد دانشگاهی همپوشانی زیادی با فعالیت‌های مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری (که از زیرمجموعه‌های وزارت علوم است و در قسمت بعد به آن خواهیم پرداخت) دارد، با این تفاوت که گستره و جامعیت فعالیت‌های مرکز اطلاع‌رسانی علوم و فناوری در مقایسه با جهاد دانشگاهی بیشتر است.

ـ فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

با توجه به اهداف فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران و از آن جمله بررسی و تحلیل وضعیت علمی، فنی، آموزشی و پژوهشی کشور، این نهاد فعالیت‌هایی در زمینه سنجش علم و پژوهش در کشور صورت داده است که البته بیشتر جنبه کیفی داشته‌اند.

۳-۱-۲. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

براساس ماده (۲) قانون اهداف، وظایف و تشکیلات وزارت‌علوم، تحقیقات و فناوری مصوب ۱۳۸۳/۰۵/۱۸ مجلس شورای اسلامی، مأموریت‌های اصلی و حدود اختیارات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در زمینه انسجام امور اجرایی و سیاستگذاری نظام علمی و امورتحقیقات و فناوری، شامل ارزیابی جامع عملکرد نظام ملی علوم، تحقیقات و فناوری و تدوین و ارائه گزارش سالیانه می‌باشد. همچنین در زمینه اداره امور دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی تحت پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، این وزارتخانه مسئولیت ارزیابی مستمر فعالیت هرگونه واحد آموزش عالی و یا مؤسسه تحقیقاتی (اعم از دولتی و غیردولتی) و جلوگیری از ادامه فعالیت، تعلیق فعالیت و

---

۱ جزئیات مربوط به اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص‌های علم و فناوری در ایران در گزارش دیگری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

یا انحلال هریک از آنها در صورت تخلف از ضوابط و یا از دست دادن شرایط ادامه فعالیت براساس اساسنامه‌های مصوب را برعهده دارد.

در این راستا وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اقدام به تعریف و اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری از طریق زیرمجموعه‌های خود می‌کند. زیرمجموعه‌های وزارت علوم که به نحوی با این موضوع درگیر هستند، عبارتند از:

• مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

مرکز ملی تحقیقات علمی در سال ۱۳۵۹ و براساس لایحه قانونی شورای انقلاب (درخصوص هماهنگی، تمرکز ادغام سازمان و بودجه مؤسسات تحقیقاتی و پژوهشی کشور) به تصویب این شورا رسید. در سال ۱۳۸۰ این مرکز به نام «مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور» تغییر نام پیدا کرد. در سال ۱۳۸۳ نیز با توجه به تشکیل شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)، اساسنامه مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور تغییر پیدا کرد و از معاونت پژوهشی وزارت علوم مستقل شد و مأموریت‌ها و گروه‌های علمی آن در راستای نیازهای شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری تعریف گردید.

عمده فعالیت‌های این مرکز، در زمینه سنجش علم و فناوری توسط کارگروه علم‌سنجی انجام شده است. این گروه در سال ۱۳۸۱ با هدف مطالعه کمّی‌وکیفی علم و فناوری بر مبنای شاخص‌های بین‌المللی تأسیس شد. ازجمله اولویت‌های پژوهشی این گروه، تدوین، تبیین، اصلاح و بومی‌سازی روش‌ها، استانداردها و شاخص‌های سنجش و ارزیابی علم و فناوری در کشور و همچنین تهیه گزارش ملی سالیانه علم و فناوری کشور عنوان شده است. با توجه به ماهیت کار این گروه، فعالیت‌های انجام شده تاکنون بیشتر بر ارزیابی شاخص‌های علم متمرکز بوده است.

• سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران نیز طراحی نظام جامع ارزیابی وضعیت و عملکرد توسعه فناوری را در دستور کار دارد. با توجه به نوع فعالیت‌ها، این سازمان، به‌طور خاص طراحی نظام ارزیابی توانمندی فناوری کشور به‌منظور ایجاد شبکه جامع دستیابی به مجموعه اطلاعات شاخص‌ها و نشانگرهای ارزیابی عملکرد و وضعیت فرآیندهای اصلی و پشتیبانی توسعه فناوری کشور از طریق ایجاد یک نظام آماری و ارزیابی و انعکاس نتایج حاصل در سطح ملی و بین‌المللی را هدف قرار داده است.

• مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری (کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی شیراز)

مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری (که سابقاً کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی شیراز نام داشت)، وظایفی مانند تشکیل انواع پایگاه‌های اطلاعاتی مربوط به علوم و تکنولوژی، برقراری

ارتباط با نهادهای بین‌المللی و اشاعه اطلاعات، ... را برعهده دارد. عمده فعالیت‌های این مرکز با تأکید بر علم‌سنجی در ایران و کشورهای اسلامی انجام می‌شود.

• مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی در راستای مأموریت‌های اصلی خود، مبنی‌بر توسعه مبانی علمی برنامه‌ریزی و تدوین برنامه‌های مورد نیاز حوزه علم و فناوری به اعتلای فعالیت‌های جمع‌آوری آمار در این حوزه و انجام پژوهش‌های آماری مورد نیاز سیاستگذاران، برنامه‌ریزان و محققان توجه دارد. این مؤسسه مجموعه تعاریف، مفاهیم و شاخص آماری در حوزه علوم، تحقیقات و فناوری را تدوین و منتشر کرده است. شاخص‌های تدوین شده براساس نیازهای اطلاعاتی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارتخانه‌ها، نهادها و سازمان‌های خارج از وزارت علوم که به نحوی به آمار آموزش عالی نیاز دارند، پروژه‌های انجام شده در ارتباط با آموزش عالی و گزارشات و نیازهای آماری دانشگاه‌ها تدوین شده است. شاخص‌های مذکور که اساساً حوزه آموزش عالی را پوشش می‌دهند با استفاده از اقلام اطلاعاتی حاصل از سامانه‌های طراحی شده در برنامه «جمع‌آوری و تحلیل آمار آموزش عالی» قابل محاسبه هستند. مهمترین شاخص‌های تدوین شده توسط این مؤسسه که با شاخص‌های بین‌المللی این حوزه شباهت و سازگاری دارند، در جدول ٤ ارائه شده است.

جدول ۴. شاخص‌های علم و فناوری با تأکید بر آموزش عالی

نسبت دانشجویان پذیرفته شده در دوره‌های تحصیلات تکمیلی (به تفکیک کارشناسی ارشد و دکترای حرفه‌ای)
نرخ توسعه رشته‌های تحصیلات تکمیلی
نسبت مقالات چاپ شده در مجلات علمی ـ پژوهشی داخلی و خارجی به کل مقالات چاپ شده
نسبت مقالات اندکس شده بین‌المللی به کل مقالات چاپ شده خارجی
نسبت مقالات چاپ شده ISI به کل مقالات چاپ شده خارجی
نسبت اختراعات و ابداعات ثبت شده به جمعیت کشور
نسبت اختراعات و ابداعات ثبت شده به هیئت‌علمی (داخلی و بین‌المللی)
نسبت اعضای هیئت‌علمی که با صنعت ارتباط دارند (پژوهشی، آموزشی، ...)
نرخ رشد اختراعات و اکتشافات ثبت شده در (داخل/ خارج) کشور
نسبت طرح‌های تحقیقاتی مرتبط با صنعت به کل طرح‌های تحقیقاتی
نسبت بودجه پژوهشی اختصاص یافته به تحقیقات بنیادی/ توسعه‌ای و کاربردی
نسبت مراکز آموزش عالی دارای دفاتر کارآفرینی

• **سایر موارد**

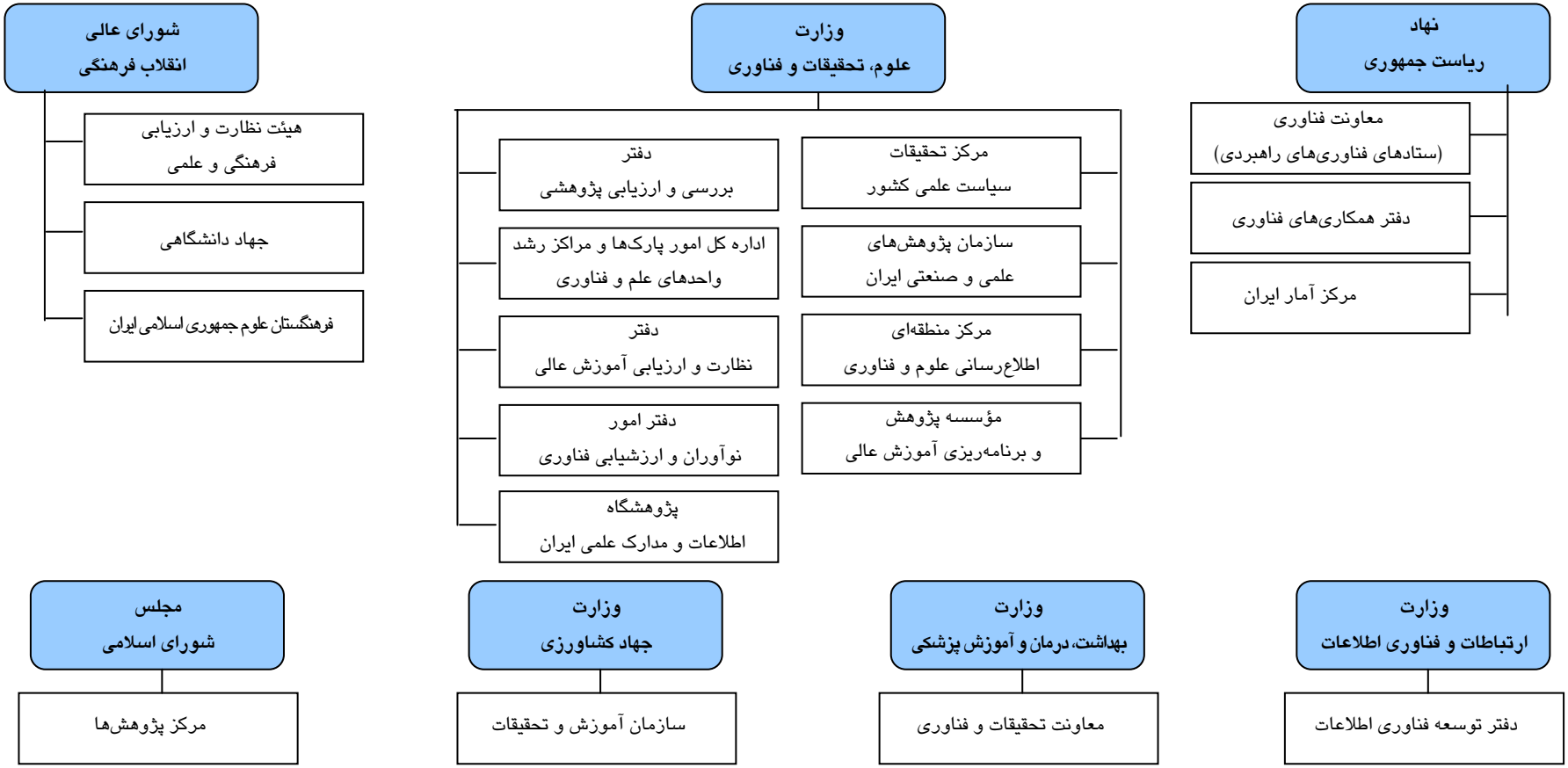
دفتر بررسی و ارزیابی پژوهشی، اداره کل امور پارک‌ها و مراکز رشد واحدهای علم و فناوری، دفتر نظارت و ارزیابی آموزش عالی، دفتر امور نوآوران و ارزشیابی فناوری، پژوهشگاه اطلاعات و مدارک علمی ایران نیز دیگر زیرمجموعه‌های وزارت علوم هستند که فعالیت‌های پراکنده‌ای در زمینه ارزیابی کمّی‌وکیفی علم و فناوری در کشور صورت می‌دهند.

۴-۱-۲. سایر نهادها

علاوه‌بر نهادهای فوق (یعنی نهاد ریاست‌جمهوری، شورای عالی انقلاب فرهنگی و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری) که فعالیت‌های زیادی در زمینه ارزیابی شاخص‌های علم و فناوری کشور داشته‌اند، فعالیت‌های پراکنده دیگری نیز برای ارزیابی آموزش، پژوهش و فناوری در معاونت تحقیقات و فناوری وزارت بهداشت، سازمان آموزش و تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی، مرکز پژوهش‌های مجلس و دفتر توسعه فناوری اطلاعات وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات صورت گرفته است.

در نمودار ۳ نمایی کلی از نهادها و سازمان‌های درگیر در سنجش علم و فناوری در ایران نشان داده شده است. در این نمودار پراکندگی و عدم انسجام کار مشهود است.

نمودار ۳. نمایی کلی از نهادها و سازمان‌های درگیر در سنجش علم و فناوری در ایران



۲-۲. چالش‌ها

متأسفانه علیرغم درک اهمیت سنجش شاخص‌های علم و فناوری، این موضوع در کشور ما با چالش‌های متعددی همراه بوده است که اساساً برخاسته از عدم تمرکز، عدم یکپارچگی و همپوشانی فعالیت‌هایی است که توسط نهادها و سازمان‌های مختلف انجام می‌شوند. این مسئله سبب شده مشکلات متعددی هم در تعریف دقیق و هم در گردآوری جامع و انتشار مستمر شاخص‌های علم و فناوری در ایران بروز کند که ازجمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-۲-۲. تعریف شاخص‌ها

با توجه به شاخص‌های کلان شورای عالی انقلاب فرهنگی که نسبتاً جامع‌ترین و مفصل‌ترین مجموعه تدوین شده تا به امروز است و سه دوره ارزیابی منظم نیز براساس آن انجام شده، مشکلاتی در حوزه تعریف شاخص‌ها مشهود است:

ـ شورای عالی انقلاب فرهنگی به‌عنوان مرجع واحد تعریف شاخص‌ها مورد قبول همه بازیگران عرصه علم و فناوری در کشور نیست. درحال حاضر مراجع مختلف و بعضاً بدون صلاحیت کافی با استناد به قانون وظایف خود یا سطح فعالیت‌های خود، اقدام به تعریف شاخص‌های مختلف علم و فناوری می‌کنند (ازجمله وزارت علوم، تحقیقات و فناوری یا معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری) حتی در خود شورا نیز دو مجموعه از شاخص‌ها، یکی با عنوان «شاخص‌های کلان علم و فناوری» توسط هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی و دیگری با عنوان «شاخص‌های علم و فناوری نقشه جامع علمی کشور» توسط کار گروه مربوطه تعریف شده است که ارتباط بین این دو مجموعه مشخص نیست.

ـ در شاخص‌های مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی، بعضاً شاخص‌های غیرضروری و غیرمفیدی مشاهده می‌شود که اطلاعات مشخص و قابل تحلیلی به‌دست نمی‌دهد. برای مثال و با توجه به جدول ۲ افزایش شاخص ۳-۱۰ (تعداد انجمن‌های علمی) نشان‌دهنده پیشرفت یا مزیت خاصی نیست، بلکه بهتر است تحلیل فعالیت‌ها و دستاوردهای آنها مد نظر قرار گیرد. به همین ترتیب از روی شاخص‌های ٤-۱۳ و ٤-۱٤ (تعداد قراردادهای خرید و انتقال فناوری، تعداد قراردادهای فروش و انتقال فناوری) تحلیل مفیدی نمی‌توان صورت داد. اینکه تعداد قراردادها کم یا زیاد باشد، نتیجه خاصی به‌دست نمی‌دهد و در این مورد خاص بهتر است حجم قراردادها مورد ارزیابی قرار گیرد.

ـ تعاریف یکسان و جامعی برای مفاهیم استاندارد حوزه علم و فناوری در کشور وجود ندارد. برای مثال، تعاریف استاندارد واحدی برای مفاهیمی مانند محقق، مشاغل تحقیقاتی، فعالیت‌های تحقیق و توسعه، واحد تحقیق و توسعه، ... وجود ندارند. این مسئله موجب می‌شود پاسخ‌دهندگانی

که اطلاعات خود را به سازمان‌های متولی سنجش علم و فناوری گزارش می‌کنند، با سردرگمی مواجه بوده و بعضاً با قضاوت‌های شخصی یا پیروی از چندین منبع متفاوت اقدام به استخراج و ارائه داده‌ها کنند. هرچند تعاریف پراکنده‌ای توسط مرکز آمار ایران ارائه شده است یا در ارزیابی‌های کلان گاهاً به تعاریف سازمان‌های بین‌المللی مانند OECD یا یونسکو ارجاع داده می‌شود، اما ضروری است مجموعه تعاریف مشخص و جامع با جزئیات کافی و البته با استناد به تعاریف استاندارد بین‌المللی در حوزه علم و فناوری تدوین شود.

ـ شاخص‌های فعلی، اهداف میان‌مدت یا کوتاه‌مدت تعیین شده در اسناد کلان و ملی را به خوبی پوشش نمی‌دهند. برای مثال اگر توسعه زیست فناوری به‌عنوان یک هدف میان‌مدت تعیین می‌شود، توجه خاص به شاخص‌های این حوزه در کنار شاخص‌های کلی علم و فناوری که باید به‌طور مستمر اندازه‌گیری شوند، تا زمان تحقق اهداف مربوطه ضروری است. همچنین ممکن است با توجه به تغییر روندها و تحولات جهانی، نیاز به تعریف شاخص‌های جدید یا بازتعریف شاخص‌های موجود ایجاد می‌شود. برای مثال اگر روندهای موجود نشان‌دهنده رشد تقاضای جهانی برای یک فناوری خاص باشد، تعقیب شاخص‌های اندازه‌گیری سهم صادرات در این بخش می‌تواند مفید باشد. این درحالی است که به‌نظر می‌رسد سنجش شاخص‌های کوتاه‌مدت یا میان‌مدت و همچنین تعقیب روندهای بین‌المللی و تعریف شاخص‌های جدید، با توجه به عدم تمرکز یک نهاد واحد بر تعریف شاخص‌ها، با مشکلاتی همراه باشد.

ـ توجه زیادی به شاخص‌های علم می‌شود که اندازه‌گیری آنها نسبتاً سرراست است. هرچند علم زیربنای فناوری است؛ اما شاخص‌های توسعه فناوری و نوآوری با تأکید بر نقش مهم فناوری در رشد اقتصادی کشور (مثلاً سهم صادرات فناوری‌های پیشرفته از کل صادرات غیرنفتی) نیز از اهمیت زیادی برخوردار است؛ اما متأسفانه اندازه‌گیری این شاخص‌ها چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد. از بین ٦١ شاخص کلان مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی، بیش از ٥٠ شاخص به‌طور مستقیم با اندازه‌گیری ورودی‌های R&D یا خروجی‌های علم ارتباط دارند و تنها تعداد محدودی از آنها (مانند شاخص‌های ۲-۱۳، ۲-۱٤، ۳-۹، ٤-۱۰، ٤-۱۳ و ٤-۱٤، ٥-۱۱) با خروجی فناوری و نوآوری ارتباط مستقیم دارند.

ـ تفکیک و پرداختن بیش از حد به جزئیات در برخی شاخص‌ها مشهود است که صرفاً موجب افزایش بی‌فایده حجم گردآوری و تحلیل اطلاعات خواهد شد (شاخص‌های ۱-۹، ۲-۱۱، ٤-۱۲ و ٥-۱۱ را ببینید).

۲-۲-۲. اندازه‌گیری شاخص‌ها

ـ اندازه‌گیری شاخص‌ها و نظارت بر فرآیند آماری مربوط به آن در سطح ملی و توسط سازمان‌های

متخصص این امر انجام نمی‌شود. همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره شد، مرکز آمار ایران نقش پررنگی در این حوزه ایفا نمی‌کند. این درحالی است که در اغلب کشورهای توسعه‌یافته، گردآوری داده‌ها یا همان اندازه‌گیری شاخص‌ها، با همکاری ادارات تخصصی آمار و سرشماری انجام می‌شود که با روش‌های علمی مربوطه آشنا هستند و کارشناسان و متخصصان لازم برای این کار را در اختیار دارند.

ـ اندازه‌گیری شاخص‌ها به‌صورت پراکنده انجام می‌شود و سیستم یکپارچه‌ای برای گردآوری داده‌ها در قالب یک پایگاه داده منسجم با قابلیت به روزرسانی و جستجو در میان یافته‌ها وجود ندارد.

ـ داده‌های مربوط به وضعیت علم و فناوری به‌صورت کامل در کشور جمع‌آوری نمی‌شوند، زیرا بازیگران عرصه علم و فناوری به‌طور کامل شناسایی نشده و حتی تخمین درستی از آنها وجود ندارد. به همین دلیل اطلاعات مربوط به برخی از آنها در اندازه‌گیری شاخص‌ها لحاظ نمی‌شود.

ـ علیرغم افزایش اهمیت تحقیق و توسعه در بخش غیردولتی و به‌ویژه بنگاه‌های تجاری، داده‌های گردآوری شونده در ایران، غالباً مربوط به بخش دولتی هستند. آمار یا تخمین درستی از کلیه سازمان‌های پژوهشی، مراکز تحقیقاتی کوچک و بزرگ غیردولتی، محققان تمام‌وقت یا پاره‌وقت بخش خصوصی، شرکت‌های تجاری و ... در اختیار نیست و داده‌های مربوط به این بخش، علیرغم اهمیت زیاد، در اندازه‌گیری شاخص‌ها شرکت داده نمی‌شود.

ـ عدم تمایل به افشای اطلاعات مالی و هزینه‌ای و همچنین ارائه اطلاعات غلط یا اغراق در مورد برخی داده‌ها (مانند هزینه‌ها یا تعداد پرسنل تحقیق و توسعه) مشاهده می‌شود که با انگیزه‌هایی مانند استفاده از مشوق‌های مالی و مالیاتی رخ می‌دهد و به‌واسطه ضعف در تعریف دقیق مفاهیم به‌کار رفته در شاخص‌ها تقویت می‌شود.

۳-۲-۲. انتشار یافته‌ها

ـ اگرچه نتایج سه دوره ارزیابی کلان علم و فناوری توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی منتشر شده است،[۱] اما انتشار یافته‌ها به‌صورت پراکنده و توسط سازمان‌ها، نهادها یا وزارتخانه‌های مختلف در قالب گزارشات گوناگون، اغلب در چارچوب مورد نیاز یا مطلوب خود آنها نیز انجام می‌شود.

ـ تناقضاتی بین داده‌ها یا شاخص‌های یکسانی که توسط سازمان‌های مختلف گزارش می‌شوند، مشاهده می‌شود.[۲] این امر ناشی از نبود تعاریف یکسان، استفاده نادرست از روش‌ها و تکنیک‌های آماری و عدم به‌کارگیری نیروی انسانی متخصص در این زمینه است.

---

۱. اولین ارزیابی کلان در سال ۱۳۸۲ منتشر شده و اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۷۷، ۱۳۷۹ را گزارش کرده است.
دومین ارزیابی کلان در سال ۱۳۸۵ منتشر شده و اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۷۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱ را گزارش کرده است.
سومین ارزیابی کلان در سال ۱۳۸٦ منتشر شده و اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۷۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸۳ را گزارش کرده است.

۲. این موضوع در گزارش جداگانه‌ای تحلیل خواهد شد.

ـ زمانبندی دقیقی برای انتشار یافته‌ها وجود ندارد و اغلب گزارشات ارائه شده مستمر نیستند. به‌خصوص عدم انجام ارزیابی‌های سالیانه امکان مقایسه سالیانه با دیگر کشورها را از بین برده است. حتی ارزیابی کلان انجام شده توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی، در بازه‌های زمانی نامنظم منتشر شده است.

ـ علیرغم سرعت بالای تغییرات علم و فناوری در دنیا، مهمترین ارزیابی‌های کلان انجام شده در ایران با تأخیر ۳-٤ ساله همراه‌اند و اتکای برنامه‌ریزی‌ها یا سیاستگذاری‌های توسعه علم و فناوری بر این ارزیابی‌ها خالی از ایراد نیست. به همین دلیل پایگاه‌های داده بین‌المللی نیز در بسیاری از موارد، اطلاعات به‌روز کشور ایران را در اختیار ندارند.

۳-۲. بهبود نظام سنجش علم و فناوری در ایران

برای افزایش کارآیی و بهبود عملکرد نظام سنجش علم و فناوری باید اصول مشخصی بر آن حاکم باشد. تفکیک وظایف و یکپارچگی در اجرا دو اصل اساسی کارآیی یک نظام است. با توجه به موانع و چالش‌های پیش روی نظام سنجش علم و فناوری در ایران که در بخش قبل به آن پرداخته شد، نکاتی جهت افزایش کارآیی این نظام به‌شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

ـ تعریف شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری باید توسط یک مرجع واحد ملی با صلاحیت کافی انجام شود. برای مثال شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌تواند (با همکاری شورای عالی عتف) به‌عنوان نهاد واحد تعریف شاخص‌ها عمل نماید و فهرست شاخص‌های تدوین شده را در اختیار نهاد اندازه‌گیری شاخص‌ها قرار دهد.

ـ مبنای اصلی تعریف شاخص‌ها، باید شاخص‌های استاندارد مراجع بین‌المللی باشد تا مقایسه با سایر کشورها و تعیین جایگاه بین‌المللی مقدور باشد. در موارد لازم، شاخص‌ها باید طبق شرایط خاص کشور اصلاح یا تغییر داده شوند. در تعریف شاخص‌ها باید به شاخص‌هایی که لازم است برای یک دوره خاص اندازه‌گیری شوند (مثلاً دوره زمانی لازم برای توسعه یک فناوری خاص) توجه شود.

ـ ضروری است به مرور زمان و با گذر کشور از مرحله ایده و تولید دانش، توجه بیشتری به شاخص‌های خروجی فناوری و نوآوری شود تا آثار اقتصادی حاصل از توسعه علم اندازه‌گیری شوند. با توجه به وضعیت فعلی کشور ما، حجم زیادی از داده‌های گردآوری شده و شاخص‌های اندازه‌گیری شده بر سنجش علم متمرکز هستند که به مرور و با توسعه بیشتر فناوری و نوآوری باید نقش شاخص‌های سنجش فناوری و نوآوری نیز پررنگ‌تر شود. اگرچه در گزارش سوم ارزیابی کلان به این امر مهم توجه شده است، اما بهتر است شاخص‌های توسعه فناوری و نوآوری

مانند شاخص‌های علم به‌صورت مستمر و در همه ارزیابی‌ها مورد سنجش قرار گیرد نه فقط در برخی مقاطع زمانی.

ـ تعریف شفاف فعالیت‌ها، مشاغل، واحدها، سازمان‌های مرتبط با حوزه علم و فناوری نیز باید توسط مرجع ملی سنجش علم و فناوری برای مثال شورای عالی انقلاب فرهنگی انجام شود تا داده‌ها به‌صورت درست اندازه‌گیری شوند. اگرچه در سومین ارزیابی کلان علم و فناوری به این مسئله مهم توجه شده است، اما تعاریف ارائه شده در این گزارش نیاز به بازنگری و تکمیل با توجه به استانداردهای بین‌المللی دارند. در این‌صورت یعنی حتی‌الامکان با یکسان بودن تعاریف مورد استفاده در ایران با تعاریف استاندارد بین‌المللی، مقایسه نتایج ایران با سایر کشورها معنادار خواهد بود.

ـ اندازه‌گیری شاخص‌ها باید توسط یک نهاد واحد (مثلاً شورای عالی عتف) و با همکاری مرکز ملی آمار که دانش و نیروی انسانی متخصص را در اختیار دارند، انجام شود. موضوعاتی مانند تعیین نمونه مناسب آماری، زمانبندی ارسال و دریافت پرسشنامه‌های تکمیل شده، ... باید با استفاده از تخصص کارشناسان آمار و سرشماری تعیین شود. توجه به زیرساخت‌های الکترونیکی لازم برای این امر نیز ضروری است.

ـ انجام پیمایش‌های دوره‌ای علم، فناوری و نوآوری در بخش غیردولتی باید انجام شود تا سهم این بخش در توسعه علم و فناوری تعیین شود. مشارکت بنگاه‌های تجاری در این پیمایش باید توسط ابزارهای قانونی الزامی شود.

ـ ضروری است اقدامات مناسبی برای الزام سازمان‌ها و نهادهای بخش دولتی به گزارش‌دهی داده‌ها و اطلاعات خود به نهاد اندازه‌گیری شاخص‌ها اتخاذ شود.

ـ فهرست بازیگران حوزه علم و فناوری از دولت و سیاستگذاران کلان گرفته تا مؤسسات پژوهشی دولتی و غیردولتی، دانشگاه‌ها و پژوهشگران غیررسمی تا حد امکان تکمیل شده و به‌صورت متناوب به‌روزرسانی شود تا ارزیابی‌های دوره‌ای بیشترین داده‌ها را پوشش دهند. نهاد اندازه‌گیری شاخص‌ها باید همواره آخرین اطلاعات مربوط به تعداد مراکز پژوهشی دولتی، غیردولتی، شرکت‌های تجاری، مؤسسات آموزش عالی و .... را در اختیار داشته باشد. منطقی نیست که مرجع ملی سنجش علم و فناوری به‌خاطر عدم دسترسی به اطلاعات از داخل کشور، به مراجع بین‌المللی استناد کند (چنانچه در گزارش سوم ارزیابی کلان علم و فناوری کشور توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی مشاهده می‌شود). در حقیقت، این مراجع بین‌المللی هستند که باید اطلاعات مورد نیاز خود را از مرجع ملی سنجش علم و فناوری در هر کشور تقاضا کنند نه بالعکس.

ـ زمانبندی و قالب مشخص تدوین پرسشنامه‌ها، گردآوری و ارزیابی داده‌ها و همچنین انتشار اطلاعات توسط مرجع ملی سنجش علم و فناوری تعیین شود. اندازه‌گیری‌ها باید به‌صورت مستمر

و در فواصل زمانی منظم انجام شوند تا روندهای موجود، آشکار شوند.

ـ تأخیر زمانی بین اندازه‌گیری شاخص‌ها و انتشار یافته‌ها به حداقل ممکن کاهش یابد تا اقدامات اتخاذ شده به‌واسطه تحلیل نتایج، بیشترین تأثیر را داشته باشند.

ـ باید قانون وظایف و اهداف وزارتخانه‌ها، نهادها یا سازمان‌هایی با مأموریت‌های مشابه در زمینه سنجش علم و فناوری و ارائه یافته‌ها اصلاح شود تا از همپوشانی و تداخل وظایف اجتناب شود.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با پررنگ شدن نقش توسعه علم و فناوری در توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی کشورها، سنجش مستمر وضعیت نظام علم و فناوری با تأکید بر اندازه‌گیری شاخص‌های علم و فناوری به یکی از دغدغه‌های اصلی دولت‌ها تبدیل شده است. فهرست شاخص‌های علم و فناوری سازمان‌های معتبر بین‌المللی، پایش‌های برنامه‌ریزی شده و مستمر بخش‌های غیردولتی و مقایسه کشورها از نظر سطح توسعه علم و فناوری، شواهد محکمی برای این ادعا هستند.

در ایران هم مانند سایر کشورها توجه دولتمردان و سیاستگذاران به نقش علم و فناوری در توسعه همه‌جانبه کشور به‌خصوص در سال‌های اخیر بیشتر شده است و به همین دلیل رد پای علم و فناوری در مهمترین هدفگذاری‌ها در اسناد کلان و برنامه‌های بلندمدت مشاهده می‌شود. ازسوی دیگر نگاهی به وضعیت کنونی نظام سنجش علم و فناوری در ایران، نشان‌دهنده مشکلات زیادی است که ازجمله مهمترین آنها می‌توان به تعدد بازیگران این حوزه، عدم انسجام و یکپارچگی فعالیت‌ها، ابهام در تعاریف، عدم جامعیت شاخص‌های موجود و عدم توجه کافی به بخش غیردولتی اشاره کرد. در این گزارش تلاش شد تا با توجه به یافته‌های حاصل از بررسی وضعیت ایران در حوزه سنجش علم و فناوری، راهکارهایی برای بهبود وضعیت سنجش علم و فناوری در ایران پیشنهاد گردد.

پیوست. شاخص‌های بین‌المللی سنجش علم، فناوری و نوآوری

تعریف و انتشار شاخص‌های سنجش علم و فناوری در نهادهای بین‌المللی و همچنین در کشورهای توسعه‌یافته سابقه‌ای طولانی دارد. همان‌طور که در این گزارش هم اشاره شد، شاخص‌های پراستفاده بین‌المللی می‌توانند مرجعی برای تعریف مجموعه شاخص‌های سنجش علم و فناوری در هر کشور باشند. در این پیوست مهمترین شاخص‌های علم و فناوری گزارش شده ازسوی نهادهای بین‌المللی مانند بانک جهانی، سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD)، یونسکو، اتحادیه اروپا و سازمان ملل را مرور می‌کنیم. در حقیقت، شاخص‌هایی که در ادامه بررسی می‌شوند فهرست تفصیلی شاخص‌های جمع‌بندی شده در جدول ۱ از قسمت اول این گزارش هستند.

بانک جهانی

این بانک در راستای هدف اصلی خود یعنی ارائه کمک‌های مالی و فنی به کشورهای درحال توسعه جهان، هرساله اطلاعات و گزارش‌های رسمی مختلفی در زمینه اقتصاد، آموزش، سلامت، مدیریت، کشاورزی، انرژی، محیط زیست و ... در اختیار پژوهشگران و سیاستگذاران قرار می‌دهد. همچنین به‌منظور افزایش رشد صنعتی و بهبود استانداردهای زندگی، داده‌های مربوط به ۱۲ شاخص توسعه علم و فناوری را هرساله در کشورهای جهان اندازه‌گیری و گزارش می‌کند. بانک جهانی با داشتن بیش از ۱۰۰ اداره محلی در کشورهای مختلف، در مقایسه با دیگر سازمان‌ها و نهادهای بین‌المللی بیشترین پوشش اطلاعاتی را از نظر تعداد کشورها، از کشورهای بسیار پیشرفته و صنعتی گرفته تا کشورهای درحال توسعه، در حوزه‌های مختلف فراهم می‌کند. به همین دلیل شاخص‌های مورد ارزیابی این بانک شاخص‌هایی هستند که اطلاعات مربوط به آنها در هر کشوری موجود و اندازه‌گیری آنها نسبتاً سر راست است. لازم به‌ذکر است که بانک جهانی اطلاعات مربوط به این شاخص‌ها از منابعی مانند مؤسسه آمار یونسکو[1]، بخش آمار سازمان ملل[2]، صندوق بین‌المللی پول[3] و سازمان جهانی مالکیت فکری[4] دریافت می‌کند. شاخص‌های مذکور عبارتند از[5]:

۱. حجم صادرات High-tech (به دلار)،

۲. حجم صادرات High-tech (درصد از کل صادرات تولیدی)،

۳. تعداد درخواست پتنت، افراد غیرمقیم،

1. UNESCO Institute for Statistics
2. UN Statistics Division
3. International Monetary Fund
4. World Intellectual Property Organization
5. http://data.worldbank.org/topic/science-and-technology

٤. تعداد درخواست پتنت، افراد مقیم،

٥. هزینه‌های R&D (درصد از GDP)،

٦. تعداد شاغلان در R&D (به‌ازای هریک میلیون نفر)،

۷. پرداخت‌های کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا)،

۸. دریافت‌های کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا)،

۹. تعداد مقالات علمی و فنی چاپ شده در ژورنال‌های علمی،

۱۰. تعداد تکنیسین‌های شاغل در R&D (به‌ازای هریک میلیون نفر)،

۱۱. تعداد درخواست‌های ثبت علامت تجاری توسط افراد غیرمقیم،

۱۲. تعداد درخواست‌های ثبت علامت تجاری توسط افراد مقیم.

این شاخص‌ها را می‌توان در ٥ دسته اصلی طبقه‌بندی کرد:

۱. تحقیق و توسعه،

۲. مقالات علمی و فنی،

۳. صادرات High-tech،

٤. رویالتی و کارمزدهای اخذ پروانه،

٥. پتنت‌ها و علائم تجاری (جدول ۱ را ببینید).

جدول ۱. دسته‌بندی شاخص‌های علم و فناوری بانک جهانی

تحقیق و توسعه	پتنت و علائم تجاری	
• هزینه‌های تحقیق و توسعه (درصد از تولید ناخالص داخلی) • تعداد شاغلان در تحقیق و توسعه (به‌ازای هریک میلیون نفر) • تعداد تکنیسین‌های شاغل در تحقیق و توسعه (به‌ازای هریک میلیون نفر)	• تعداد درخواست پتنت، افراد غیرمقیم • تعداد درخواست پتنت، افراد مقیم • تعداد درخواست‌های ثبت علامت تجاری توسط افراد غیرمقیم • تعداد درخواست‌های ثبت علامت تجاری توسط افراد مقیم	
صادرات	**تولیدات علمی (مقالات)**	**رویالتی**
• حجم صادرات High-tech (به دلار) • حجم صادرات High-tech (درصد از کل صادرات تولیدی)	• تعداد مقالات علمی و فنی چاپ شده در ژورنال‌های علمی	• پرداخت‌های کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا) • دریافت‌های کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا)

مأخذ: بانک جهانی، ۲۰۱۰.

سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD)

سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، دولت‌های ۳۱ کشور دمکراتیک را از سرتاسر جهان گرد هم می‌آورد تا چالش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جهانی شدن را مورد هدف قرار دهند. کشورهای عضو سازمان OECD عبارتند از: استرالیا، اتریش، بلژیک، کانادا، شیلی، جمهوری چک، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، مجارستان، ایسلند، ایرلند، ایتالیا، ژاپن، کره، لوکزامبورگ، مکزیک، هلند، نیوزلند، نروژ، لهستان، پرتغال، اسلواکی، اسپانیا، سوئد، سوئیس، ترکیه، انگلستان و آمریکا.[1] مأموریت این سازمان حمایت از رشد پایدار اقتصادی، اشتغال‌زایی، بهبود استانداردهای زندگی، حفظ ثبات مالی، کمک به توسعه اقتصادی دیگر کشورهاست.[2]

با توجه به ترکیب کشورهای عضو این سازمان که اغلب آنها کشورهای توسعه یافته‌ای محسوب می‌شوند، انتظار می‌رود شاخص‌های معرفی شده توسط این سازمان نسبت به شاخص‌های بانک جهانی که در قسمت قبل بررسی شدند، با جزئیات بیشتری همراه باشند و ازاین‌رو مجموعه متنوع‌تری از اطلاعات را پوشش دهند. شاخص‌های علم و فناوری ارائه شده ازسوی این سازمان، ٤ حوزه اصلی را پوشش می‌دهند:

۱. تحقیق و توسعه،

۲. منابع انسانی،

۳. مالکیت معنوی،

٤. تراز فناوری در پرداخت‌ها.

جدول ۲ فهرست شاخص‌های علم، فناوری معرفی شده توسط سازمان همکاری اقتصادی و توسعه و نمودار ۱ چارچوب این شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

1. http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_36734052_36761800_1_1_1_1_1,00.html
2. http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_36734052_36734103_1_1_1_1_1,00.html

جدول ۲. شاخص‌های سنجش علم و فناوری پیشنهادی OECD

تحقیق و توسعه
هزینه ناخالص داخلی برای R&D (GERD) [۱]
۱. هزینه ناخالص داخلی برای R&D (میلیون دلار یا معادل قدرت خرید آن)[۲]
۲. نسبت هزینه ناخالص داخلی برای R&D به GDP
۳. نرخ رشد سالیانه مرکب هزینه ناخالص داخلی برای R&D
٤. سرانه هزینه ناخالص داخلی برای R&D (میلیون دلار یا معادل قدرت خرید آن)
٥. درصد هزینه ناخالص داخلی برای R&D مدنی از GDP
٦. درصد هزینه تحقیقات پایه از GDP
هزینه ناخالص داخلی R&D بر حسب منبع تأمین مالی
۷. هزینه ناخالص داخلی R&D تأمین شده توسط صنعت، به‌صورت درصد از GDP
۸. هزینه ناخالص داخلی R&D تأمین شده توسط دولت، به‌صورت درصد از GDP
۹. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D تأمین شده توسط صنعت
۱۰. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D تأمین شده توسط دولت
۱۱. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D تأمین شده توسط سایر منابع ملی
۱۲. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D تأمین شده از خارج از کشور
هزینه ناخالص داخلی R&D بر حسب بخش انجام‌دهنده فعالیت‌های R&D
۱۳. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D انجام شده توسط شرکت‌های تجاری
۱٤. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D انجام شده توسط بخش آموزش عالی
۱٥. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D انجام شده توسط بخش دولتی
۱٦. درصد هزینه ناخالص داخلی R&D انجام شده توسط بخش غیرانتفاعی خصوصی
هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D (BERD)[۳]
۱۷. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۱۸. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D به‌صورت درصدی از GDP
۱۹. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D- نرخ رشد مرکب سالیانه (قیمت‌های ثابت)
۲۰. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D به‌صورت درصد از ارزش‌افزوده
۲۱. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده توسط صنعت، (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)
۱-۲۱. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده توسط صنعت ـ نرخ رشد سالیانه مرکب
۲۲. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده توسط صنعت به‌صورت درصد از ارزش‌افزوده در صنعت
۲۳. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده توسط صنعت
۲٤. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده توسط دولت
۲٥. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده توسط سایر منابع ملی

۲٦. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D تأمین شده از خارج از کشور

هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنایع منتخب

۲۷. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت هوافضا (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)

۱-۲۷. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت هوافضا

۲۸. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت الکترونیک (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)

۱-۲۸. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت الکترونیک

۲۹. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت ماشین‌های اداری و کامپیوتر (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)

۱-۲۹. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت ماشین‌های اداری و کامپیوتر

۳۰. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت دارو (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)

۱-۳۰. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت دارو

۳۱. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت ابزارهای دقیق (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)

۱-۳۱. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنعت ابزارهای دقیق

۳۲. هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنایع خدماتی (میلیون دلار، قیمت‌های جاری و معادل قدرت خرید آن)

۱-۳۲. درصد هزینه شرکت‌های تجاری برای انجام R&D در صنایع خدماتی

هزینه بخش آموزش عالی برای انجام R&D (HERD)[۴]

۳۳. هزینه بخش آموزش عالی برای انجام R&D (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)

۳٤. هزینه بخش آموزش عالی برای انجام R&D به‌صورت درصدی از GDP

۳۵. هزینه بخش آموزش عالی برای انجام R&D ـ نرخ رشد مرکب سالیانه (قیمت‌های ثابت)

۳٦. درصد بخش آموزش عالی برای انجام R&D تأمین شده توسط صنعت

هزینه دولت برای انجام R&D

۳۷. هزینه داخلی دولت برای انجام R&D- GOVERD[۵] (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)

۳۸. GOVERD به‌صورت درصدی از GDP

۳۹. نرخ رشد مرکب سالیانه GOVERD (قیمت‌های ثابت)

٤۰. درصد GOVERD تأمین شده توسط صنعت

تخصیص بودجه یا سرمایه‌گذاری دولتی برای R&D بر حسب اهداف اقتصادی ـ اجتماعی (GBAORD)

٤۱. مقدار کل تخصیص بودجه یا سرمایه‌گذاری دولتی برای R&D (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)

۴۲. تأمین بودجه R&D دفاعی به‌صورت درصدی از کل GBAORD
۴۳. تأمین بودجه R&D غیردفاعی به‌صورت درصدی از کل GBAORD
۴۴. GBAORD غیردفاعی برای برنامه‌های توسعه اقتصادی (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۴۴-۱. برنامه‌های توسعه اقتصادی به‌صورت درصدی از GBAORD غیردفاعی
۴۴-۲. GBAORD غیردفاعی برای برنامه‌های سلامت و محیط زیست (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۴۴-۳. برنامه‌های سلامت و محیط زیست به‌صورت درصدی از GBAORD غیردفاعی
۴۴-۴. GBAORD غیردفاعی برای برنامه‌های فضایی (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۴۴-۵. برنامه‌های فضایی به‌صورت درصدی از GBAORD غیردفاعی
۴۴-۶. GBAORD غیردفاعی برای برنامه‌های تحقیقاتی غیرهدفمند (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۴۴-۷. برنامه‌های تحقیقاتی غیرجهت دار به‌صورت درصدی از GBAORD غیردفاعی
۴۴-۸. GBAORD غیردفاعی برای وجوه عمومی دانشگاهی (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۴۴-۹. وجوه عمومی دانشگاهی به‌صورت درصدی از GBAORD غیردفاعی

هزینه R&D مربوط به ارتباطات خارجی

۴۵. هزینه R&D مربوط به ارتباطات خارجی (معادل قدرت خرید آن به میلیون دلار)
۴۶. هزینه R&D مربوط به ارتباطات خارجی به‌صورت درصدی از هزینه R&D شرکت‌های تجاری

مالکیت فکری (پتنت‌ها)

۴۷. تعداد گروه‌های پتنت سه‌گانه (به‌ترتیب سال)
۴۷-۱. تعداد درخواست‌های پتنت به اداره ثبت اختراع اروپا (EPO) (به‌ترتیب سال)
۴۷-۲. تعداد درخواست‌های پتنت به اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا (USPTO)
۴۸. سهم کشورها در گروه‌های پتنت سه‌گانه (به‌ترتیب سال)
۴۹. تعداد درخواست‌های پتنت از اداره ثبت اختراع اروپا (EPO) در بخش ICT (به‌ترتیب سال)
۴۹-۱. تعداد درخواست‌های پتنت ازاداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا (USPTO) در بخش ICT (به‌ترتیب سال)
۵۰. تعداد درخواست‌های پتنت از اداره ثبت اختراع اروپا (EPO) در بخش بیوتکنولوژی (به‌ترتیب سال)
۵۰-۱. تعداد درخواست‌های پتنت به اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا (USPTO) در بخش بیوتکنولوژی (به‌ترتیب سال)

تراز فناوری در پرداخت‌ها و تجارت بین‌المللی

تراز فناوری در پرداخت‌ها (TBP)[۶]

۵۱. تراز فناوری در پرداخت‌ها: دریافت‌ها (میلیون دلار جاری)
۵۲. تراز فناوری در پرداخت‌ها: پرداخت‌ها (میلیون دلار جاری)
۵۳. تراز فناوری در پرداخت‌ها: پرداخت‌ها به‌صورت درصدی از GERD (میلیون دلار جاری)

تجارت بین‌المللی در صنایع شدیدا وابسته به R&D

۵۴. سهم بازار صادرات: صنعت هوافضا
۵۴-۱. کل واردات: صنعت هوافضا (میلیون دلار جاری)

۵۴-۲. کل صادرات: صنعت هوافضا (میلیون دلار جاری)
۵۵. سهم بازار صادرات: صنعت الکترونیک
۵۵-۱. کل واردات: صنعت الکترونیک (میلیون دلار جاری)
۵۵-۲. کل صادرات: صنعت الکترونیک (میلیون دلار جاری)
۵۶. سهم بازار صادرات: صنعت ماشین‌های اداری و کامپیوتر
۵۶-۱. کل واردات: صنعت ماشین‌های اداری و کامپیوتر (میلیون دلار جاری)
۵۶-۲. کل صادرات: صنعت ماشین‌های اداری و کامپیوتر (میلیون دلار جاری)
۵۷. سهم بازار صادرات: صنعت دارو
۵۷-۱. کل واردات: صنعت دارو (میلیون دلار جاری)
۵۷-۲. کل صادرات: صنعت دارو (میلیون دلار جاری)
۵۸. سهم بازار صادرات: صنعت ابزارهای دقیق
۵۸-۱. کل واردات: صنعت ابزارهای دقیق (میلیون دلار جاری)
۵۸-۲. کل صادرات: صنعت ابزارهای دقیق (میلیون دلار جاری)

نیروی انسانی

پرسنل R&D (معادل تمام‌وقت)

۵۹. تعداد کل محققان (معادل تمام‌وقت)
۵۹-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد محققان
۶۰. تعداد کل محققان به‌ازای هر ۱۰۰۰ استخدام
۶۰-۱. تعداد کل محققان در هر ۱۰۰۰ نفر نیروی کار
۶۱. تعداد کل پرسنل R&D (معادل تمام‌وقت)
۶۱-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد کل پرسنل R&D
۶۲. تعداد کل پرسنل R&D به‌ازای هر ۱۰۰۰ استخدام
۶۲-۱. تعداد کل پرسنل R&D در هر ۱۰۰۰ نفر نیروی کار

محققان (سرشماری)

۶۳. تعداد کل محققان (سرشماری)
۶۳-۱. تعداد محققان زن (سرشماری)
۶۴. تعداد محققان زن به‌صورت درصدی از کل محققان (براساس سرشماری)
۶۴-۱. بخش شرکت‌های تجاری: تعداد کل محققان (سرشماری)
۶۴-۲. بخش شرکت‌های تجاری: تعداد محققان زن (سرشماری)
۶۴-۳. بخش شرکت‌های تجاری: تعداد محققان زن به‌صورت درصدی از کل محققان (براساس سرشماری)
۶۴-۴. بخش شرکت‌های دولتی: تعداد کل محققان (سرشماری)
۶۴-۵. بخش شرکت‌های دولتی: تعداد محققان زن (سرشماری)
۶۴-۶. بخش شرکت‌های دولتی: تعداد محققان زن به‌صورت درصدی از کل محققان (براساس سرشماری)
۶۴-۷. بخش آموزش عالی: تعداد کل محققان (سرشماری)

۶۴-۸. بخش آموزش عالی: تعداد محققان زن (سرشماری)
۶۴-۹. بخش آموزش عالی: تعداد محققان زن به‌صورت درصدی از کل محققان (براساس سرشماری)

پرسنل R&D در بخش شرکت‌های تجاری (معادل تمام‌وقت)

۶۵. تعداد کل محققان در بخش شرکت‌های تجاری (معادل تمام‌وقت)
۶۵-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد محققان در بخش شرکت‌های تجاری
۶۶. تعداد کل محققان در بخش شرکت‌های تجاری به‌صورت درصدی از تعداد کل ملی
۶۷. تعداد کل محققان به‌ازای هر ۱۰۰۰ استخدام در صنعت
۶۸. تعداد کل پرسنل R&D در بخش شرکت‌های تجاری (معادل تمام‌وقت)
۶۸-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد کل پرسنل R&D در بخش شرکت‌های تجاری
۶۹. تعداد کل پرسنل R&D به‌صورت درصدی از تعداد ملی پرسنل R&D
۷۰. تعداد کل پرسنل R&D در هر ۱۰۰۰ نفر استخدام در صنعت

پرسنل R&D در بخش آموزش عالی (معادل تمام‌وقت)

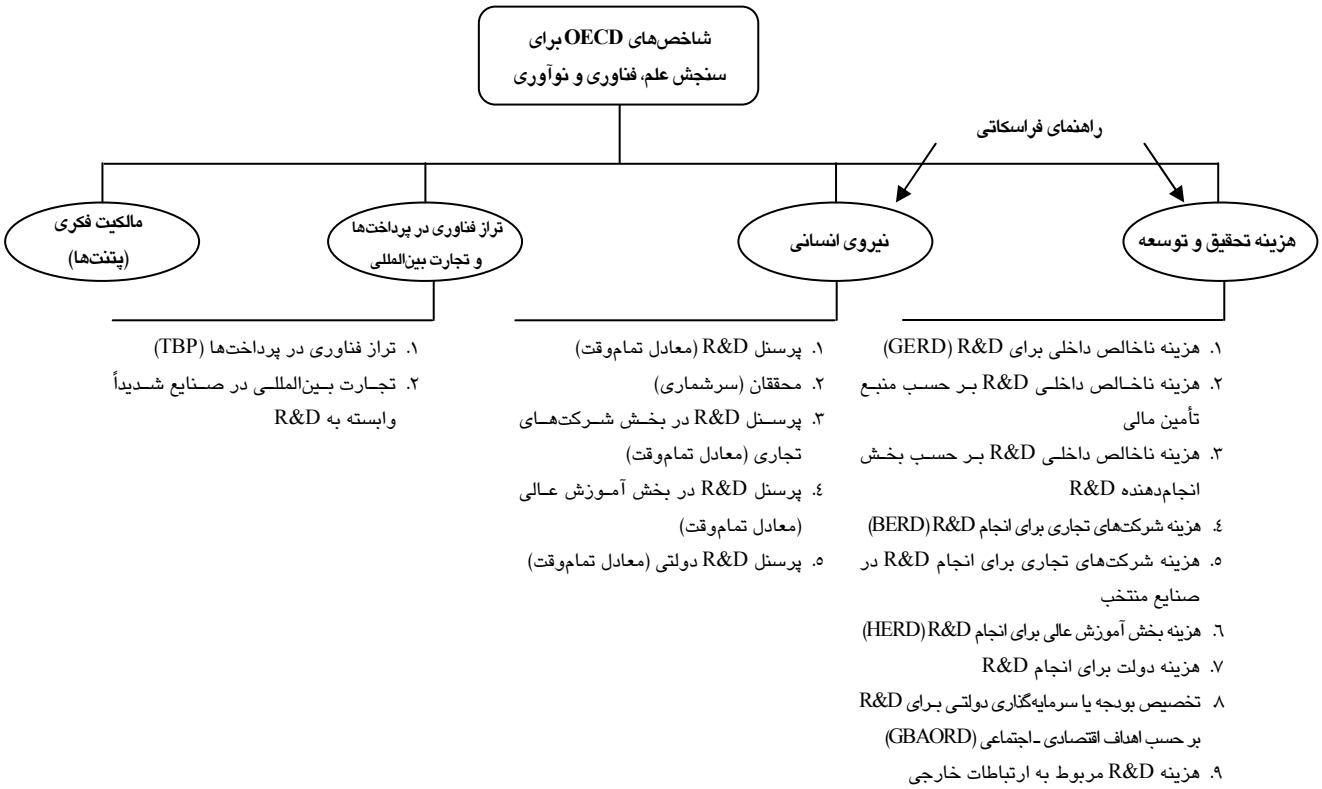
۷۱. تعداد کل محققان در بخش آموزش عالی (معادل تمام‌وقت)
۷۱-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد محققان در بخش آموزش عالی
۷۲. تعداد کل محققان در بخش آموزش عالی به‌صورت درصدی از تعداد کل ملی
۷۳. تعداد کل پرسنل R&D در بخش آموزش عالی (معادل تمام‌وقت)
۷۳-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد پرسنل R&D در بخش آموزش عالی

پرسنل R&D دولتی (معادل تمام‌وقت)

۷۴. تعداد کل محققان دولتی (معادل تمام‌وقت)
۷۵. نرخ رشد پرسنل R&D دولتی به‌صورت درصدی از تعداد کل ملی
۷۶. تعداد کل پرسنل R&D دولتی (معادل تمام‌وقت)
۷۶-۱. نرخ رشد سالیانه مرکب تعداد پرسنل R&D دولتی

Source: OECD, 2008.
(1) Gross Domestic Expenditure on R&D
(2) Million Current PPP $
(3) Business Enterprise Expenditure on R&D
(4) Higher Education Expenditure on R&D
(5) Government Intramural Expenditure on R&D
(6) Technology Balance of Payments

نمودار ۱. دسته‌بندی شاخص‌های علم و فناوری در کشورهای عضو OECD



Source: OECD, 2008.

شایان ذکر است مبنای تعریف شاخص‌های هزینه‌ای و نیروی انسانی تحقیق و توسعه، راهنمای فراسکاتی[1] است. مطابق تعریف ارائه شده در راهنمای فراسکاتی از سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD)، تحقیق و توسعه تجربی (R&D)[2]، شامل فعالیت‌های خلاقانه‌ای است که به‌صورت سیستماتیک انجام می‌گیرند تا ذخیره دانش افراد و فرهنگ اجتماع را افزایش داده و از آن در کاربردهای جدید استفاده نماید (OECD, 2002). R&D سه دسته از فعالیت‌ها را پوشش می‌دهد: تحقیقات پایه،[3] تحقیقات کاربردی[4] و توسعه تجربی.[5]

تحقیقات پایه، فعالیت‌های تجربی یا تئوریکی هستند که اساساً برای کسب دانش جدید پیرامون پدیده‌ها و مشاهدات انجام می‌شوند، بدون اینکه هیچ کاربرد ملموس یا استفاده عینی داشته باشند. در واقع تحقیقات پایه، ویژگی‌ها، ساختار و روابط موجود در مشاهدات را مورد تحلیل قرار می‌دهند تا بتوانند قوانین، فرضیه‌ها و تئوری‌ها را فرمول‌بندی نموده و آزمایش کنند.

1. Frascati Manual
2. Research and Experimental Development (R&D)
3. Basic Research
4. Applied Research
5. Experimental Development

تحقیقات کاربردی نیز نوعی تحقیق و پژوهش هستند که به‌منظور کسب دانش جدید انجام شده و اساساً به سمت یک هدف خاص عملی و کاربردی هدایت می‌شوند. نتایج تحقیقات کاربردی باید برای یک یا تعداد محدودی از محصولات، روش‌ها، سیستم‌ها یا عملیات، صحت داشته باشند. تحقیقات کاربردی ایده‌ها را عملی می‌سازند. دانش یا اطلاعات برگرفته از آنها اغلب به‌صورت پتنت شده[1] و گاهی به‌صورت محرمانه نگهداری می‌شود.

توسعه تجربی، فعالیتی سیستماتیک است که دانش کسب شده از طریق تحقیقات و تجربه‌های عملی را به‌هم نزدیک می‌کند و برای تولید مواد نو، محصولات و وسایل جدید، تشکیل فرآیندهای تازه، تأسیس و راه‌اندازی سیستم‌های جدید انجام می‌شود و نیز بهبود اساسی در آنهایی که قبلاً تولید یا راه‌اندازی شده‌اند. به‌علاوه، فعالیت‌های تحقیق و توسعه، هم شامل فعالیت‌های رسمی انجام شده در واحد R&D و هم شامل فعالیت‌های غیررسمی است و نیز گاهی فعالیت‌های انجام شده در دیگر واحدها. راهنمای فراسکاتی همچنین تعاریف مشخصی برای پرسنل R&D ارائه کرده که در جدول ۳ آورده شده است. تعریف دقیق معادل تمام‌وقت نیز طبق همین راهنما در جدول ٤ ارائه شده است.

جدول۳. تعریف پرسنل R&D براساس راهنمای فراسکاتی OECD

پرسنل R&D: کلیه پرسنلی که به‌طور مستقیم در تحقیق و توسعه تجربی (R&D) استخدام شده‌اند و همچنین آنهایی که به ارائه خدمات مستقیم می‌پردازند، مانند مدیران، سرپرستان و کارکنان دفتری R&D. افرادی که به ارائه خدمات غیرمستقیم می‌پردازند مانند تأمین‌کنندگان (فروشندگان) و پرسنل امنیتی نباید محاسبه شوند. پرسنل R&D شامل محققان، تکنیسین‌ها و کارکنان معادل و سایر کارکنان پشتیبانی است		
محققان	**تکنیسین‌ها و کارکنان معادل**	**سایر پرسنل پشتیبانی**
افراد متخصص و کارشناسی هستند که به ایده‌پردازی و خلق دانش، محصولات، فرآیندها، روش‌ها وسیستم‌های جدید و همچنین مدیریت پروژه‌های مربوطه می‌پردازند	افرادی هستند با دانش و تجربه فنی که از طریق انجام فعالیت‌های علمی و فنی در R&D شرکت می‌کنند و این فعالیت‌ها شامل استفاده از مفاهیم و روش‌های عملیاتی است و معمولاً تحت نظارت محققان انجام می‌شود	شامل صنعتگران ماهر و نیمه‌ماهر، کارکنان اداری و دفتری شرکت‌کننده در پروژه‌های R&D یا آنهایی که به‌طور مستقیم با چنین پروژه‌هایی ارتباط دارند

Source: OECD, 2002.

1. Patented

جدول ۴. تعریف معادل تمام‌وقت برای پرسنل R&D براساس راهنمای فراسکاتی OECD

استفاده از داده‌های معادل تمام‌وقت برای اندازه‌گیری تعداد پرسنل R&D پیشنهاد می‌شود. یک کارمند معادل تمام‌وقت کارمندی است که به‌صورت تمام‌وقت و به مدت ۱ سال کار کرده باشد. این تعداد می‌تواند با چند کارمند پاره‌وقت یا چند کارمند تمام‌وقت که مدت کمتری کار می‌کنند، جایگزین شود. بنابراین فردی که معمولاً ۳۰ درصد از زمان خود را به R&D و بقیه آن را به‌کارهای دیگر (مانند تدریس، مشاغل مدیریتی دانشگاه یا مشاوره دانشجویان) اختصاص می‌دهد، باید به میزان ۰/۳ معادل تمام‌وقت (FTE×۰/۳) در نظر گرفته شود. به همین صورت فردی که به‌صورت تمام‌وقت و به مدت ٦ ماه در یک واحد R&D فعالیت می‌کند باید به‌صورت FTE×۰/۵ در نظر گرفته شود.

Source: Ibid.

یونسکو

مأموریت یونسکو[1] یا سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد، کمک به برقراری صلح، ریشه‌کنی فقر، توسعه پایدار و ارتباطات فرهنگی از طریق آموزش، علوم، فرهنگ، ارتباطات و اطلاعات است. اولویت‌های جهانی این سازمان، قاره آفریقا و برابری جنسیتی است[2]. با توجه به این موضوع منطقی است که شاخص‌های علم و فناوری مورد ارزیابی این سازمان، بیشتر جنبه علم و تحقیق و توسعه را مورد هدف قرار دهند تا خروجی فناوری یا نوآوری. این شاخص‌ها اساساً در دو دسته منابع انسانی تحقیق و توسعه و هزینه‌های تحقیق و توسعه قرار می‌گیرند، که در هر دو مورد، راهنمای فراسکاتی OECD که در قسمت قبل تشریح شد، مبنای عمل قرار می‌گیرد. آنچه درخصوص شاخص‌های تحقیق و توسعه یونسکو در مقایسه با شاخص‌های تحقیق و توسعه OECD جلب توجه می‌کند این است که در شاخص‌های یونسکو به تفکیک جنس، مدرک تحصیلی و رشته‌های علمی توجه بیشتری شده است که این امر نیز با توجه به مأموریت و اولویت‌های سازمان دور از انتظار نیست.

به‌منظور اندازه‌گیری این شاخص‌ها، مؤسسه آمار یونسکو[3] هر سال اقدام به جمع‌آوری آمار مرتبط با تحقیق و توسعه از طریق پرسشنامه‌ای که بدین منظور طراحی شده است، می‌کند. این پرسشنامه آخرین آمار مربوط به منابع اختصاص یافته به تحقیق و توسعه تجربی (R&D) را در سطح کشورهای جهان گردآوری می‌کند. به‌ازای هر کشور یک نسخه از این پرسشنامه توسط نهاد مسئول علم و فناوری (مانند وزارت علم و فناوری) یا نهاد مسئول جمع‌آوری آمار (مانند اداره آمار ملی) تکمیل و به مؤسسه آمار یونسکو ارسال می‌شود. داده‌های گزارش شده باید حتی‌الامکان کلیه نهادها و مؤسسات انجام‌دهنده R&D را پوشش دهند. اطلاعات ارسال شده از طریق گزارش‌های

1. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization
2. http://www.unesco.org/new/en/unesco/about-us/who-we-are/introducing-unesco/
3. UNESCO Institute for Statistics

یونسکو یا دیگر آژانس‌های سازمان ملل منتشر و توسط سیاستگذاران، برنامه‌ریزان، مؤسسات دولتی و خصوصی یا پژوهشگران سراسر جهان تحلیل و منتشر می‌شوند. فهرست شاخص‌های علم و فناوری یونسکو به قرار زیر است:

۱. شاخص‌های مربوط به منابع انسانی تحقیق و توسعه

۱-۱. پرسنل R&D به تفکیک نوع شغل

۱-۱-۱. پرسنل R&D به تفکیک نوع شغل: محققان، تکنیسین‌ها و کارکنان معادل، سایر پرسنل پشتیبان، سایر موارد (سرشماری)

۱-۱-۲. پرسنل R&D به تفکیک نوع شغل: محققان، تکنیسین‌ها و کارکنان معادل، سایر پرسنل پشتیبان، سایر موارد (معادل تمام‌وقت[1])

۱-۲. پرسنل R&D به تفکیک جنس (مرد و زن)

۱-۲-۱. پرسنل R&D به تفکیک جنس (سرشماری)

۱-۲-۲. پرسنل R&D به تفکیک جنس (معادل تمام‌وقت)

۱-۲-۳. محققان R&D به تفکیک جنس (سرشماری)

۱-۲-٤. محققان R&D به تفکیک جنس (معادل تمام‌وقت)

۱-۳. پرسنل R&D به تفکیک بخش استخدام و نوع شغل

۱-۳-۱. پرسنل R&D به تفکیک بخش استخدام (تجاری، دولتی، خصوصی، آموزشی) و نوع شغل (سرشماری): محققان، تکنیسین‌ها و پرسنل معادل با آنها، سایر پرسنل پشتیبان، سایر موارد

۱-۳-۲. پرسنل R&D به تفکیک بخش استخدام (تجاری، دولتی، خصوصی، آموزشی) و نوع شغل (معادل تمام‌وقت): محققان، تکنیسین‌ها و پرسنل معادل با آنها، سایر پرسنل پشتیبان، سایر موارد.

۱-٤. پرسنل R&D به تفکیک بخش استخدام و جنس

۱-٤-۱. پرسنل R&D به تفکیک بخش استخدام (تجاری، دولتی، خصوصی، آموزشی) و جنس (سرشماری)

۱-٤-۲. پرسنل R&D به تفکیک بخش استخدام (تجاری، دولتی، خصوصی، آموزشی) و جنس (معادل تمام‌وقت)

۱-۵. محققان به تفکیک مدرک تحصیلی و بخش استخدام

۱-۵-۱. محققان به تفکیک مدرک تحصیلی (دکتری، کارشناسی ارشد، کارشناسی، ...) و بخش

1. Full-time Equivalents (FTE)

استخدام (تجاری، دولتی، خصوصی، آموزشی) (سرشماری)

۲-۵-۱. محققان به تفکیک مدرک تحصیلی (دکتری، کارشناسی ارشد، کارشناسی، ...) و بخش استخدام (تجاری، دولتی، خصوصی، آموزشی) (معادل تمام‌وقت)

٦-۱. محققان به تفکیک مدرک تحصیلی و جنس

۱-٦-۱. محققان به تفکیک مدرک تحصیلی (دکتری، کارشناسی ارشد، کارشناسی، ...) و جنس (سرشماری)

۲-٦-۱. محققان به تفکیک مدرک تحصیلی (دکتری، کارشناسی ارشد، کارشناسی، ...) و جنس (معادل تمام‌وقت)

۷-۱. محققان به تفکیک حوزه‌های علمی و بخش استخدام

۱-۷-۱. محققان به تفکیک حوزه‌های علمی (علوم طبیعی، مهندسی و فناوری، پزشکی و علوم بهداشتی، علوم کشاورزی، علوم اجتماعی، علوم انسانی، سایر موارد) و بخش استخدام (سرشماری)

۲-۷-۱. محققان به تفکیک حوزه‌های علمی (علوم طبیعی، مهندسی و فناوری، پزشکی و علوم بهداشتی، علوم کشاورزی، علوم اجتماعی، علوم انسانی، سایر موارد) و بخش استخدام (معادل تمام‌وقت).

۸-۱. محققان به تفکیک حوزه‌های علمی و جنس

۱-۸-۱. محققان به تفکیک حوزه‌های علمی (علوم طبیعی، مهندسی و فناوری، پزشکی و علوم بهداشتی، علوم کشاورزی، علوم اجتماعی، علوم انسانی، سایر موارد) و جنس (سرشماری)

۲-۸-۱. محققان به تفکیک حوزه‌های علمی (علوم طبیعی، مهندسی و فناوری، پزشکی و علوم بهداشتی، علوم کشاورزی، علوم اجتماعی، علوم انسانی، سایر موارد) و جنس (معادل تمام‌وقت).

۲. هزینه‌های تحقیق و توسعه (R&D)

هزینه‌های R&D، هزینه تحقیق و توسعه تجربی انجام شده در یک کشور، شامل هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای است. استفاده از هزینه‌های واقعی توصیه شده است، اما در صورت نبود اطلاعات کافی می‌توان از هزینه‌های تخمین زده شده نیز استفاده کرد. بدین منظور می‌توان از روش تخصیص بودجه R&D یا روش‌های دیگر استفاده کرد. هزینه‌های R&D باید به واحد پول ملی بیان شوند. شاخص‌های اندازه‌گیری هزینه‌های تحقیق و توسعه عبارتند از:

۱-۲. کل هزینه‌های تحقیق و توسعه بر حسب واحد پول ملی

۲-۲. کل هزینه‌های تحقیق و توسعه به تفکیک بخش انجام تحقیق و توسعه (تجاری، دولتی،

خصوصی، آموزشی)

۳-۲. کل هزینه‌های تحقیق و توسعه به تفکیک منبع تأمین مالی (شرکت‌های تجاری، دولت، آموزش عالی، بخش خصوصی غیرانتفاعی، سرمایه‌گذاری خارجی، سایر موارد)

٤-۲. کل هزینه‌های تحقیق و توسعه به تفکیک حوزه‌های علمی (علوم طبیعی، مهندسی و فناوری، پزشکی و علوم بهداشتی، علوم کشاورزی، علوم اجتماعی، علوم انسانی، سایر موارد)

۵-۲. کل هزینه‌های تحقیق و توسعه به تفکیک نوع فعالیت تحقیق و توسعه (تحقیقات بنیادی، تحقیقات کاربردی، توسعه تجربی، سایر موارد)

اتحادیه اروپا

شاخص‌های علم و فناوری در سطح اتحادیه اروپا به‌صورت سالیانه اندازه‌گیری می‌شوند، امکان مقایسه عملکرد کشورهای عضو اتحادیه را فراهم کرده و ازسوی دیگر میزان دستیابی به اهداف کلی اتحادیه را که در رقابت با کشورهای دیگر مانند آمریکا، کانادا، ژاپن و کره تعریف می‌شوند، مورد سنجش قرار می‌دهند. با توجه به اینکه این شاخص‌ها در بین کشورهای توسعه‌یافته اروپا اندازه‌گیری می‌شوند در مقایسه با شاخص‌های تعریف شده توسط سازمان‌هایی مانند بانک جهانی، OECD و یونسکو تأکید بیشتری بر خروجی‌های فناوری و نوآوری دارند. برای مثال حتی اندازه‌گیری نیروی انسانی و هزینه تحقیق و توسعه نیز از ابعادی مانند بهره‌وری، فارغ‌التحصیلان جدید PhD، میزان استخدام در صنایع High-tech و دسترسی به سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر انجام شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود این نوع شاخص‌ها، شاخص‌هایی هستند که سطوح بالای توسعه علم و فناوری یعنی خروجی‌های فناوری و نوآوری را اندازه می‌گیرند و با توجه به سطح توسعه‌یافتگی کشورهای اروپایی تمرکز بر چنین شاخص‌هایی دور از انتظار نیست. فهرست شاخص‌های مذکور عبارت است از:[1]

۱. تعداد محققان به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر نیروی کار (معادل تمام‌وقت)،
۲. تعداد فارغ‌التحصیلان جدید PhD در هر ۱۰۰۰ نفر نیروی کار بین ۲۵-۳٤ سال،
۳. هزینه کل R&D به‌صورت درصد از GDP،
٤. R&D تأمین مالی شده توسط صنعت به‌صورت درصدی از تولید صنعتی،
۵. سهم بودجه دولتی اختصاص یافته به R&D (GBAORD)،
٦. سهم SMEها در R&D تأمین مالی شده توسط بخش تجاری (درصد)،
۷. سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر به‌ازای هر ۱۰۰۰ واحد GDP،

1. http://cordis.europa.eu/indicators/

۸. تعداد مقالات علمی به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت،

۹. تعداد مقالات بسیار مورد استناد به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت (۱۹۹۶-۱۹۹۹، ۱۹۹۷-۲۰۰۰، ۱۹۹۸-۲۰۰۱)،

۱۰. پتنت‌های اروپایی به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت،

۱۱. پتنت‌های آمریکایی به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت،

۱۲. بهره‌وری نیروی کار (GDP به‌ازای هر ساعت کار) به قدرت خرید معادل به میلیون دلار،

۱۳. بهره‌وری نیروی کار (GDP به‌ازای هر ساعت کار) متوسط رشد سالیانه به درصد (۱۹۹۵-۲۰۰۰)،

۱٤. ارزش‌افزوده در صنایع High-tech به‌صورت درصدی از GDP،

۱۵. استخدام در صنایع High-tech به‌صورت درصدی از کل استخدام،

۱٦. ارزش‌افزوده خدمات مبتنی‌بر دانش به‌صورت درصدی از GDP،

۱۷. استخدام در خدمات مبتنی‌بر دانش به‌صورت درصدی از کل استخدام،

۱۸. دریافت‌های تراز فناوری در پرداخت‌ها[1] به‌صورت درصدی از GDP،

۱۹. تراز فناوری در پرداخت‌ها (صادرات منهای واردات) به‌صورت درصدی از GDP،

۲۰. صادرات محصولات High-tech به‌صورت درصدی از کل مقدار جهانی (شامل تجارت در سطح اروپا)،

به‌طور کلی می‌توان شاخص‌های سنجش علم، فناوری و نوآوری اتحادیه اروپا را در ٦ گروه اصلی دسته‌بندی کرد که در جدول ۵ نشان داده شده است.

شاخص‌های ترکیبی علم و فناوری

هریک از شاخص‌های علم و فناوری که تاکنون بررسی شده‌اند، به یکی از ابعاد یا جنبه‌های سنجش علم و فناوری می‌پرداختند. اما علاوه‌بر این مجموعه شاخص‌های انفرادی، شاخص‌هایی نیز وجود دارند که با استفاده از ضرایب و محاسبات مشخصی، تأثیر ترکیبی چند شاخص انفرادی را منعکس می‌کنند. در این قسمت سه مورد از این شاخص‌های ترکیبی علم و فناوری را بررسی می‌کنیم:

1. Technology Balance of Payments Receipts

جدول ۵. دسته‌بندی شاخص‌های علم و فناوری در اتحادیه اروپا

نیروی انسانی R&D	هزینه R&D	مالکیت فکری (پتنت‌ها)
• تعداد محققان • تعداد فارغ‌التحصیلان جدید PhD • درصد استخدام در صنایع High-tech • درصد استخدام در خدمات مبتنی‌بر دانش • بهره‌وری نیروی کار (بر حسب قدرت خرید) • بهره‌وری نیروی کار (بر حسب متوسط رشد سالیانه)	• هزینه کل R&D به‌صورت درصد از GDP • سهم بودجه دولتی اختصاص یافته به R&D (GBAORD) • سهم SMEها در تأمین مالی R&D • سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر به‌ازای هر ۱۰۰۰ واحد GDP • R&D تأمین مالی شده توسط صنعت	• پتنت‌های اروپایی به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت • پتنت‌های آمریکایی به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت
تولیدات علمی (مقالات)	**تراز پرداخت‌ها/ صادرات**	**ارزش‌افزوده**
• تعداد مقالات علمی به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت • تعداد مقالات پراستناد به‌ازای هر ۱ میلیون نفر جمعیت	• دریافت‌های تراز فناوری در پرداخت‌ها • تراز فناوری در پرداخت‌ها (صادرات منهای واردات) • صادرات محصولات High-tech به‌صورت درصدی از کل مقدار جهانی	• ارزش‌افزوده در صنایع High-tech به‌صورت درصدی از GDP • ارزش‌افزوده خدمات مبتنی‌بر دانش به‌صورت درصدی از GDP

Source: http://cordis.europa.eu/indicators.

ـ شاخص دستیابی به فناوری (TAI)[1]

شاخص دستیابی به فناوری که توسط سازمان ملل متحد معرفی و اندازه‌گیری می‌شود، یک شاخص ترکیبی است که سطح پیشرفت فناورانه را منعکس می‌کند. فاکتورهای مختلفی بر ظرفیت فناورانه یک کشور تأثیر می‌گذارند که مقایسه تک‌تک آنها بین کشورهای مختلف دشوار است. بنابراین استفاده از یک شاخص ترکیبی که برآیندی از چندین شاخص فرعی است، مقایسه کشورهای مختلف با یکدیگر را آسان‌تر می‌سازد. شاخص دستیابی به فناوری یکی از شاخص‌های ترکیبی مورد استفاده توسط برنامه توسعه سازمان ملل است که پیشرفت‌های فناورانه یک کشور را در چهار بعد اندازه‌گیری می‌کند:

- خلق فناوری جدید
  - پتنت‌های اعطا شده به افراد مقیم (به‌ازای ۱ میلیون نفر)
  - دریافت‌های حاصل از کارمزدهای رویالتی و پروانه (دلار آمریکا به‌ازای ۱۰۰۰ نفر)
- انتشار نوآوری‌های جدید
  - تعداد میزبان‌های اینترنت (به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر)

1. Technology Achievement Index

- صادرات فناوری‌های برتر و میانی (به‌صورت درصد از کل صادرات کالا)

• انتشار نوآوری‌های قدیمی (به‌عنوان ورودی‌های اصلی برای فعالیت‌های صنعتی)

- تعداد خطوط تلفن (همراه و ثابت به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر)
- مصرف انرژی برق (کیلووات ساعت سرانه)

• مهارت‌های انسانی (برای خلق و پذیرش فناوری)

- میانگین سال‌های تحصیل (در جمعیت ۱۵ سال و بالاتر)
- نسبت پذیرفته‌شدگان مقطع آموزش عالی در حوزه علم

بیشترین مقدار این شاخص در ارزیابی در سال ۲۰۰۰ و در بین ۷۲ کشور، به کشور فنلاند (۰/۷٤٤) و کمترین مقدار آن به کشور موزامبیک (۰/۰٦٦) اختصاص داشت. به‌طور کلی کشورهای بررسی شده براساس این شاخص به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

• کشورهای پیشرو (TAI>۰/۵) مانند فنلاند، آمریکا، سوئد و ژاپن که در لبه نوآوری فناورانه قرار دارند. کشورهای کره و سنگاپور نیز در رتبه‌های پنجم و هشتم قرار دارند.

• کشورهای دارای پتانسیل بالا (TAI>۰/۳۵-۰/٤۹)؛ کشورهایی که سرمایه‌گذاری‌های زیادی در زمینه منابع انسانی انجام داده و از این حیث با کشورهای گروه اول رقابت می‌کنند؛ مانند مالزی.

• کشورهای متوسط (TAI=۰/۲۰-۰/۳٤)؛ کشورهای درحال توسعه با مهارت‌های انسانی سطح بالا مانند برزیل، چین، هند، اندونزی، آفریقای جنوبی و ایران که اغلب صنایع High-tech مهمی در اختیار دارند، اما انتشار اختراعات قدیمی در آنها کند و ناقص است.

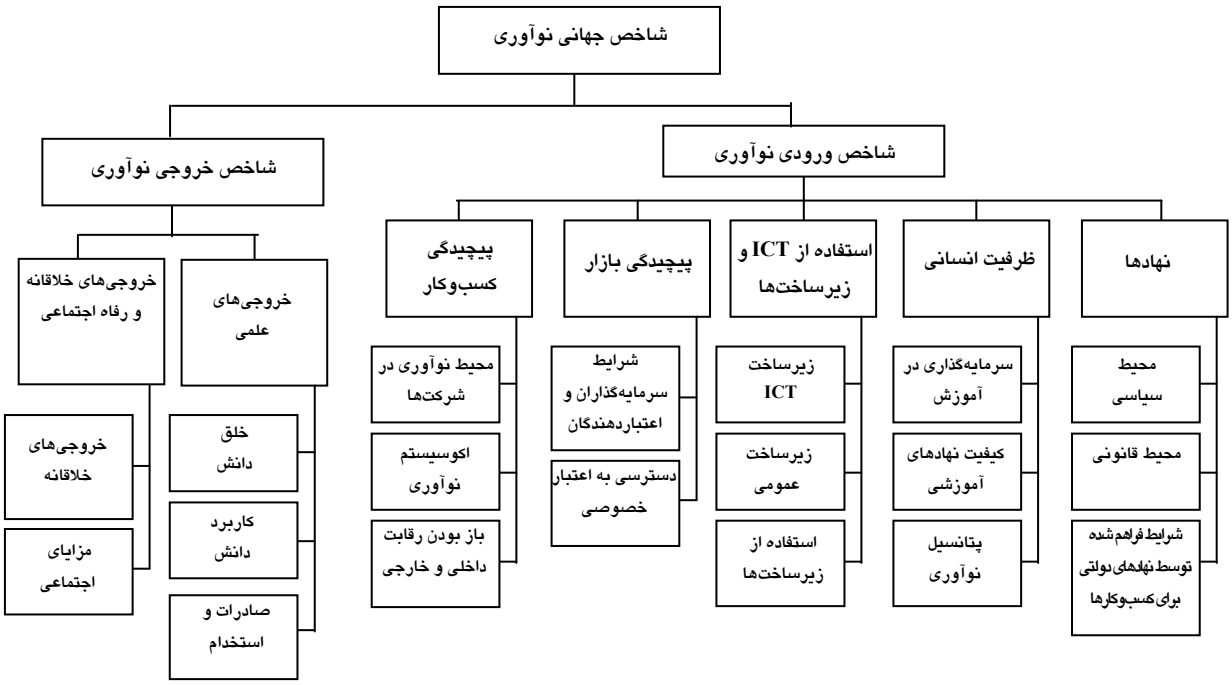
• کشورهای ضعیف (TAI<۰/۲۰) انتشار فناوری و ایجاد مهارت‌ها در این کشورها بسیار محدود است و بخش زیادی از مردم از مزایای انتشار فناوری‌های قدیمی برخوردار نیستند.

ـ شاخص جهانی نوآوری (GII)[1]

شاخص جهانی نوآوری، که توسط دو مؤسسه آمریکایی[2] معرفی شده و اندازه‌گیری می‌شود، یک شاخص جهانی است که سطح نوآوری یک کشور را اندازه می‌گیرد. این شاخص از ترکیب شاخص ورودی نوآوری و شاخص خروجی نوآوری به‌دست می‌آید. هریک از این شاخص‌ها از ترکیب چندین رکن حاصل می‌شوند و هر رکن خود شامل چند دسته از متغیرهاست. نمودار ۲ ترکیب شاخص جهانی نوآوری را نشان می‌دهد.

1. Global Innovation Index
2. The Boston Consulting Group (BCG), the National Association of Manufacturers (NAM)

نمودار ۲. ترکیب شاخص جهانی نوآوری



Source: INSEAD, 2010.

ارکان شاخص جهانی نوآوری و همچنین متغیرهای تشکیل‌دهنده هریک از ارکان عبارتند از:

رکن ۱: نهادها

۱. محیط سیاسی،

ـ ثبات سیاسی،

ـ اثربخشی دولتی،

ـ کارآیی چارچوب قانونی،

۲. محیط قانونی

ـ کیفیت قانونگذاری

ـ موانع قانونگذاری دولتی

ـ قدرت استانداردهای ممیزی و گزارش‌دهی

۳. شرایط فراهم شده به‌وسیله نهادهای دولتی برای کسب‌وکارها

ـ زمان راه‌اندازی کسب‌وکار (به روز)

ـ شاخص آزادی مطبوعات

ـ حفاظت از مالکیت فکری

رکن ۲: ظرفیت انسانی

۱. سرمایه‌گذاری در آموزش

ـ هزینه آموزش (درصد از GNI)

ـ میزان آموزش کارکنان

۲. کیفیت نهادهای آموزشی

ـ کیفیت سیستم آموزشی

ـ کیفیت مؤسسات پژوهشی علمی

ـ کیفیت دانشکده‌های مدیریت

۳. پتانسیل نوآوری

ـ تعداد محققان در R&D به‌ازای یک میلیون نفر جمعیت

ـ دسترسی به دانشمندان و مهندسان

ـ نرخ ثبت نام در دوره‌های بالاتر از لیسانس

رکن ۳: استفاده از ICT و زیرساخت‌ها

۱. زیرساخت ICT

ـ استفاده‌کنندگان از خطوط با پهنای باند زیاد به‌ازای هر ۱۰۰ نفر

ـ استفاده‌کنندگان از تلفن همراه به‌ازای هر ۱۰۰ نفر

ـ خطوط تلفن ثابت به‌ازای هر ۱۰۰ نفر

۲. زیرساخت عمومی

ـ کیفیت کلی زیرساخت

ـ سرانه تولید برق

۳. استفاده از زیرساخت‌ها

ـ کاربران اینترنت (به‌ازای هر ۱۰۰ نفر)

ـ کامپیوترهای شخصی (به‌ازای هر ۱۰۰ نفر)

ـ بهره‌وری ICT و دولت

ـ وسعت استفاده از اینترنت تجاری

رکن ۴: پیچیدگی بازار

۱. شرایط سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان

ـ کسب اعتبار ـ شاخص حقوق قانونی

ـ کسب اعتبار ـ شاخص اطلاعات اعتباری

- حفاظت از سرمایه‌گذاران: شاخص حفاظت از سرمایه‌گذاران
- پیچیدگی بازار مالی

۲. دسترسی به اعتبار خصوصی

- وجود سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر (VC)
- مؤسسات تأمین مالی خرد (MIFs) ـ متوسط تراز وام به‌ازای هر قرض‌گیرنده/ GNI سرانه
- تأمین مالی از طریق بازار سهام محلی
- تأمین اعتبار داخلی برای بخش خصوصی (درصد از GDP)
- سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، خالص جریان‌های ورودی (BoP، دلار آمریکا)

رکن ۵: پیچیدگی کسب‌وکار

۱. محیط نوآوری در شرکت‌ها

- هزینه‌کرد شرکت‌ها روی R&D
- هزینه‌کرد دولت برای R&D به‌صورت درصد از GDP
- جذب سرمایه‌گذاری خارجی و انتقال تکنولوژی

۲. اکوسیستم نوآوری

- وضعیت توسعه خوشه‌ای
- همکاری صنعت ـ دانشگاه
- فرهنگ نوآوری

۳. باز بودن رقابت داخلی و خارجی

- میزان موانع تجاری ـ نرخ تعرفه گمرکی به‌صورت میانگین موزون بر حسب تجارت
- شدت رقابت داخلی

رکن ۶: خروجی علمی

۱. خلق دانش

- تعداد پتنت‌ها
- انتشارات
- دسترسی محلی به خدمات پژوهشی و آموزشی تخصصی
- ظرفیت نوآوری

۲. کاربرد دانش

- نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار
- ارزش‌افزوده صنعت

- پیچیدگی فرآیند تولید
- استخدام در خدمات دانش‌بر (درصد از نیروی کار)

۳. صادرات و استخدام

- صادرات High-tech (به دلار آمریکا) به‌صورت درصد از صادرات تولیدی
- کارآفرینی: تراکم شرکت‌های تجاری
- نرخ مالکیت شرکت‌های جدید

رکن ۷: خروجی‌های خلاقانه و رفاه اجتماعی

۱. خروجی‌های خلاقانه

- محصولات و خدمات خلاقانه
- رویالتی‌ها
- علائم تجاری
- عایدات صادرات صنایع نوآورانه

۲. مزایای اجتماعی

- شاخص Gini،[۱]
- GDP سرانه.

نحوه امتیازدهی به متغیرهای فوق در مرجع INSEAD, 2010 تشریح شده است.

ـ شاخص اقتصاد دانش‌محور (KEI)[۲] و شاخص دانش (KI)[۳]

با توجه به اهمیت دانش برای رشد اقتصادی پایدار و مطرح شدن مفهوم اقتصاد دانش‌محور که در آن دانش، نیروی محرکه اصلی برای رشد اقتصادی است، بانک جهانی دو شاخص ترکیبی برای اندازه‌گیری دانش و اقتصاد دانش‌محور تعریف کرده است. برنامه «دانش برای توسعه (K4D)» بانک جهانی، متدولوژی ارزیابی دانش (KAM)[۴] را معرفی کرده است که ارزیابی اولیه‌ای از آمادگی کشورها و مناطق مختلف جهان برای داشتن اقتصادی دانش‌محور ارائه می‌کند. این ابزار به کشورها کمک می‌کند با مقایسه خود با کشورهای همسایه و رقبایشان، به نقاط قوت و ضعف خود پی برده و مشکلات و فرصت‌های پیش روی کشور را شناسایی کرده و حمایت‌های سیاستی یا

---

۱. این شاخص برای اندازه‌گیری برابری در زمینه‌های مختلف به‌کار می‌رود، اما بیشترین کاربرد آن مربوط به اندازه‌گیری برابری یا تساوی در ثروت و درآمد است. شاخص یا ضریب جینی مقداری بین ۰ و ۱ می‌گیرد. مقدار صفر نشان‌دهنده برابری کامل و مقدار یک نشان‌دهنده نابرابری کامل است.

2. Knowledge Economy Index
3. Knowledge Index
4. KAM - www.worldbank.org/kam

سرمایه‌گذاری‌های آتی خود را با توجه به حرکت به سمت اقتصاد دانش‌محور برنامه‌ریزی کنند.

KAM متغیرهای زیادی را اندازه می‌گیرد که تعدادی از آنها برای محاسبه دو شاخص تجمعی به‌کار می‌روند: شاخص دانش (KI) و شاخص اقتصاد دانش‌محور (KEI).

شاخص دانش (KI)، توانایی یک کشور را برای تولید، پذیرش و انتشار دانش اندازه می‌گیرد. این شاخص، نشانه‌ای برای پتانسیل کلی توسعه دانش در یک کشور است. KI میانگین ساده امتیازهای نرمال شده یک کشور در متغیرهای کلیدی سه رکن آموزش و منابع انسانی، سیستم نوآوری و ICT است (نمودار ۳ را ببینید).

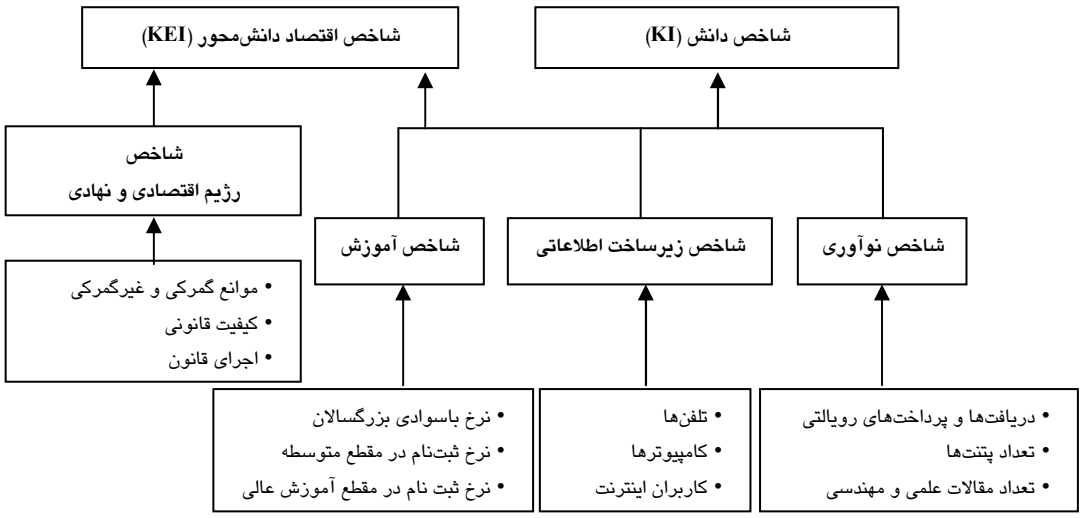
شاخص اقتصاد دانش‌محور (KEI) نشان می‌دهد که آیا محیط کشور، موجب می‌شود دانش به‌طور مؤثری برای توسعه اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. این شاخص یک شاخص ترکیبی است که سطح کلی توسعه‌یافتگی یک کشور یا منطقه را در زمینه اقتصاد دانش‌محور نشان می‌دهد. KEI، میانگین امتیازهای نرمال شده یک کشور یا یک منطقه در چهار رکن مرتبط با اقتصاد دانش‌محور است: رژیم مشوق اقتصادی و نهادی، آموزش و منابع انسانی، سیستم نوآوری و زیرساخت اطلاعاتی. در حقیقت شاخص اقتصاد دانش‌محور (KEI) همان شاخص دانش (KI) است که تأثیر رکن چهارم یعنی رژیم مشوق اقتصادی و نهادی نیز با آن ترکیب شده است. هریک از ارکان با سه متغیر نشان داده می‌شود:

- **رژیم مشوق اقتصادی و نهادی**
  - موانع گمرکی و غیرگمرکی
  - کیفیت قانونی
  - اجرای قانون
- **آموزش و منابع انسانی**
  - نرخ با سوادی بزرگسالان (به‌صورت درصد برای جمعیت بالای ۱۵ سال)
  - نرخ ثبت نام در مقطع متوسطه
  - نرخ ثبت نام در مقطع آموزش عالی
- **سیستم نوآوری**[۱]
  - دریافت‌ها و پرداخت‌های رویالتی و کارمزدهای پروانه
  - تعداد پتنت‌های اعطا شده توسط اداره پتنت و علائم تجاری آمریکا (USOTP)
  - تعداد مقالات در ژورنال‌های علمی و فنی،

۱. سه متغیر ارزیابی سیستم نوآوری به دو شکل وجود دارند: به شکل مقادیر مطلق و به شکل موزون بر حسب جمعیت. بنابراین شاخص‌های KI و KEI نیز می‌توانند به دو صورت موزون و غیرموزون محاسبه شوند.

- **زیرساخت اطلاعاتی**
  - تعداد تلفن‌ها به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر (خطوط ثابت و همراه)
  - تعداد کامپیوترها به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر
  - تعداد کاربران اینترنت به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر

نمودار ۳. ترکیب شاخص‌های دانش



مأخذ: بانک جهانی، ۲۰۱۰.

نحوه محاسبه: مقدار هریک از ارکان برابر است با میانگین ساده مقادیر نرمال هریک از متغیرها. همچنین مقدار هر شاخص برابر است با میانگین ساده هریک از ارکانی که طبق نمودار ۳ در محاسبه آن شاخص دخیل هستند.

منابع و مآخذ

۱. شاخص‌ها و فرآیند ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، تهران، ۱۳۸۱.

۲. ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران ـ اولین ارزیابی کلان، شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، تهران، ۱۳۸۲.

۳. ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران ـ دومین ارزیابی کلان، شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، تهران، ۱۳۸۵.

٤. ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران ـ سومین ارزیابی کلان، شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، تهران، ۱۳۸٦.

۵. پیش‌نویس نقشه جامع علمی کشور، شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۸.

٦. پیش‌نویس نقشه جامع علمی کشور، شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۹.

۷. قانون جایگاه، اهداف و وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی، شورای عالی انقلاب فرهنگی، مصوب ۱۳۷٦/۰۸/۲۰.

۸. قانون اهداف، وظایف و تشکیلات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مصوب ۱۳۸۳/۰۵/۱۸ مجلس شورای اسلامی.

۹. نوروزی چاکلی، ع، حسن‌زاده، م و نورمحمدی، ح. سنجش علم، فناوری و نوآوری- مفاهیم و شاخص‌های بین‌المللی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ۱۳۸۸.

۱۰. شاخص‌های آماری حوزه علم و فناوری، مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تهران، ۱۳۸۸.

11. Cervera, J. L., "Recommendations for Strengthening the System of Statistics and Indicators for Science, Technology and Innovation in Latin America and the Caribbean", First meeting of the Statistical Conference of the Americas of the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Santiago, Chile, 2001.

12. Chen, D. H. C. and Dahlman, C. J., "The Knowledge Economy, the KAM Methodology and World Bank Operations", the World Bank, Washington DC, 2005.

13. Desai, M., Fukuda-Parr, S., Johnsson, C., and Sagasti, F., "Measuring the Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age", Journal of Human Development, Vol. 3, No. 1. Carfax Publishing, Taylor & Francis Group, 2002.

14. European Communities, "Key Figures 2007- Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation", Directorate-General for Research, 2007.

15. INSEAD, "Global Innovation Index 2009-2010- Full Report", 2010.

16. Godin, B., "Measurement and Statistics on Science and Technology-1920 to the present", Chapter 6: The emergence of science and technology indicators: why did governments supplement statistics with indicator? Routledge, Taylor & Francis Group, 2005.

17. OECD (Organization of Economic and Co-operation Development), "Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development", Paris, 2002.

18. OECD (Organization of Economic and Co-operation Development), "Main Science and Technology Indicators", Paris, 2008.

19. UIS (UNESCO Institute for Statistics), "Questionnaire on Statistics of Science and Technology (S&T)", Montreal, Quebec, Canada, 2010.

20. U.S. Department Of Commerce (Economics and Statistics Administration) & U.S. Census Bureau, "2009 Business R&D and Innovation Survey", Questionnaire, 2009.

شناسنامه گزارش | **شماره مسلسل: ۱۰۴۵۰**

عنوان گزارش: سنجش علم و فناوری (۱): نظام سنجش علم و فناوری در ایران

نام دفتر: ارتباطات و فناوری‌های نوین (گروه فناوری‌های نو)

تهیه و تدوین: پریسا علیزاده

ناظر علمی: سیدسروش قاضی نوری

متقاضی: معاونت پژوهشی

سرویراستار: حسین صدری‌نیا

واژه‌های کلیدی:

۱. علم و فناوری

۲. نظام سنجش

۳. شاخص

٤. ایران

تاریخ انتشار: ۱۳۸۹/۸/۵