

شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری

نرگس خالقی^۱

چکیده

علم و فناوری در دنیای امروز از مهم‌ترین عوامل توسعه و زیربنای توسعه پایدار در هر کشور محسوب می‌شود. به همین سبب، ارزیابی و شناخت وضعیت موجود علم و فناوری کشورها برای تغییر و بهبود شرایط، ضروری به نظر می‌رسد. در طول پنجاه سال گذشته شاخص‌هایی به منظور سنجش علم و فناوری در جهان به وجود آمده است که در این نوشتار به معرفی مهم‌ترین آنها شامل شاخص‌های علم‌سنجی، شاخص‌های آی.سی.دی.، شاخص‌های یونسکو، شاخص‌های آسه‌آن، و پس از آن ایران پرداخته شده است.

کلیدواژه‌ها

شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری، علم‌سنجی، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اروپا، یونسکو، آسه‌آن

مقدمه

نخست باید تا حد زیادی مرهون کار بنیادی سازمان‌ها دولتی مانند بنیاد ملی علوم آمریکا (ان.اس.اف.)^۳ در دهه ۱۹۵۰ و سازمان‌های بین دولتی مانند سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اروپا (ا.ای.سی.دی.)^۴ در دهه ۱۹۶۰ دانست. به یقین، پیش از دهه ۱۹۵۰ نیز تلاش‌های بسیار منظمی برای اندازه‌گیری علم و فناوری انجام شده است که محدود به

از ۵۰ سال پیش تاکنون، دولت‌ها و پژوهشگران در کشورهای صنعتی به اندازه‌گیری علم و فناوری پرداخته‌اند. به نظر گودین^۲ شاخص‌هایی که امروزه به منظور سنجش علم و فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرند، از دو منبع سرچشمه گرفته‌اند. اطلاعات کمی در مورد علم و فناوری را

۱. عضو هیئت علمی گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاه قم nkhaloghi2000@yahoo.com

2. Godine

3. National Science Foundation (NSF)

4. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

اروپای شرقی است. دومین منبع تلاش‌ها و آثار اشموکله^۵ (۱۹۵۴) و درک جی. دوسلا پرایس^۶ (۱۹۶۱) در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ است. این دو، توجه پژوهشگران دانشگاهی را به اندازه‌گیری علم و فناوری جلب کردند و پرسش‌ها و مسائل مربوط به جنبه‌های کمی پژوهش علمی را به مسائل و پرسش‌های مورد علاقه دانشمندان تبدیل کردند (۱۳: ۴). در پی این فعالیت‌ها، رشته‌های علم‌سنجی و به‌ویژه کتاب‌سنجی، پژوهشگران زیادی را با هم همراه و متحد ساخت و به فراهم آمدن طیف وسیعی از داده‌ها برای کاربران بی‌شماری مانند جامعه‌شناسان، تاریخ‌دان‌ها، و دانشمندان علوم سیاسی منجر شد. به عقیده سن گوپتا اولین کسانی که واژه علم‌سنجی را ابداع کردند، دوبروف و کارنوا^۷ در روسیه شوروی بودند. تجزیه و تحلیل آماری نوشته‌های علمی از نیمه اول قرن بیستم آغاز شد و کول، ایلز، و هولم^۸ از مقالات علمی منتشر شده به‌عنوان ملاکی برای مقایسه تولید علمی کشورهای مختلف استفاده کردند (۴: ۵). نتایج کار آنها در آن زمان توجه زیادی را جلب نکرد، اما درست در همان زمان افرادی مانند لوتکا، بردفورد، و زیف^۹ به‌منظور بررسی توزیع انتشارات برحسب مؤلفان و نشریات، مدل‌های نظری ویژه‌ای را ارائه دادند و در واقع نتایج کارشان در اواسط قرن بیستم و هنگامی که نیاز به ارزیابی تولید و کارایی پژوهش علمی ضروری و الزامی گردید، مورد توجه قرار گرفت (۱: ۷۱). از آن زمان

تاکنون، کشورها و سازمان‌های مختلف جهانی، مانند همکاری و توسعه اقتصادی اروپا و یونسکو، سعی در نظام‌مند کردن و ارائه هر چه بهتر شاخص‌هایی به‌منظور سنجش و ارزیابی علم و فناوری داشته‌اند. این نوشتار، ابتدا در نگاهی اجمالی، به مرور مهم‌ترین شاخص‌های جهانی سنجش علم و فناوری می‌پردازد و سپس شاخص‌های علم و فناوری در ایران را معرفی می‌کند.

علم‌سنجی

علم‌سنجی یکی از رایج‌ترین روش‌های ارزیابی فعالیت‌های علمی است. این روش در روسیه شوروی پدید آمد و در کشورهای اروپای شرقی، به‌ویژه مجارستان، برای اندازه‌گیری علوم در سطوح ملی و بین‌المللی استفاده شد. اولین کسانی که واژه علم‌سنجی را ابداع کردند، دوبروف و کارنوا بودند. آنها علم‌سنجی را به‌عنوان اندازه‌گیری فرایند انفورماتیک تعریف کردند. انفورماتیک از نظر میخائیلوف عبارت است از: اصولی علمی که به بررسی ساختار و ویژگی‌های اطلاعات علمی می‌پردازد و قوانین و فرایندهای این ارتباطات را مورد بحث قرار می‌دهد (۴: ۵). ارزیابی کمی علوم، که منجر به باروری و توسعه می‌شود، می‌تواند کمک بزرگی برای مسئولان و برنامه‌ریزان باشد تا آنها بتوانند با هزینه کمتر، بیشترین استفاده را از منابع مالی و انسانی برده و در بهینه‌سازی ساختار اقتصادی- اجتماعی کشور مؤثر

5. Schmookler

6. Dereck J. Desolla Price

7. Dobro & Karrenoi

8. Cole, Eales & Hulme

9. Lotka, Bradford & Zipf

باشند. علم‌سنجی علاوه بر آنکه به دنبال جنبه‌های کمی علوم و تحقیقات است، اقدام به اندازه‌گیری و تعیین معیارها و جنبه‌های مختلف مدیریتی و سازمانی علوم نیز می‌کند (۴:۵).

اهداف علم‌سنجی

هدف کلی علم‌سنجی، بنا نهادن نظام‌هایی از شاخص‌های توصیف‌کننده پژوهش در اجتماعات مختلف علمی (مؤسسات علمی، زمینه‌های موضوعی، کشورها) و رسیدن به استانداردهای علمی با سرعت و صحت بیشتر است. اهداف جزئی‌تر علم‌سنجی عبارتند از:

- اثرگذاری بیشتر یافته‌های پژوهشی؛
- حمایت بیشتر از نوآوران؛
- ترغیب بیشتر دانشمندان جهت رسیدن به فعالیت حداکثر؛
- ایجاد رقابت سالم علمی با لحاظ یک دوره زمانی؛
- ارزیابی صحیح و رتبه‌بندی پژوهشگران، مؤسسات پژوهشی و دانشگاه‌ها، مجلات علمی، و کشورها؛
- انتخاب صحیح مانند انتخاب محل تحصیل، پژوهش، مجله مناسب برای چاپ مقاله، پژوهشگر برتر، و مجله بهتر؛
- توزیع عادلانه امکانات با توجه به تفاوت‌های فردی، گروهی، و مانند آن؛
- بهره‌وری مناسب از امکانات و توانایی‌های موجود؛
- تقویت پژوهش‌های گروهی، بین‌رشته‌ای، و چندرشته‌ای؛
- ارزیابی هر رشته به‌طور مجزا از دیگر

تخصص‌ها و با لحاظ ماهیت هر رشته؛

- کمک به سیاست‌گذاری علمی و پژوهشی و فناوری؛
- بسترسازی علمی جهت نخبه‌پروری؛
- تشکیل سامانه اطلاعات علمی در ابعاد کشوری، منطقه‌ای و جهانی؛ و
- توسعه علم و فناوری (۳:۱۲).

شاخص‌های علم‌سنجی

پیش از پرداختن به شاخص‌های علم‌سنجی، ابتدا تعریفی از شاخص ارائه می‌شود. برخی چیزها را می‌توان به‌طور مستقیم اندازه گرفت مانند حجم و سرعت شیء. بعضی اوقات ممکن است اندازه‌گیری مستقیم یک پدیده، بسیار مشکل و یا شاید غیرممکن باشد مثلاً اندازه‌گیری کیفیت زندگی، خوشبختی، و همچنین نوآوری. از شاخص‌ها به این دلیل استفاده می‌کنیم که اطلاعاتی را راجع به چیزهایی که اندازه‌گیری آنها دشوار است، در اختیار ما قرار می‌دهند. شاخص‌های علم و فناوری را می‌توان به‌عنوان «آماره‌هایی که جنبه‌های کمی‌پذیر تولید، نشر، و کاربرد علم و فناوری را اندازه می‌گیرد» تعریف کرد. این شاخص‌ها به ما کمک می‌کنند تا نظام علم و فناوری را توصیف کنیم، امکان شناخت بهتر ساختار آن را فراهم می‌سازد و همچنین، امکان درک و شناخت اثرات سیاست‌ها و برنامه‌ها بر نظام علم و فناوری را ایجاد می‌کند و در نهایت از این طریق، شناخت اثر علم و فناوری بر جامعه و اقتصاد میسر می‌شود (۱۷:۵).

طبق تعریف آی.سی.دی، شاخص عبارت

است از یک سری داده‌ها که رفتار یک کشور را اندازه‌گیری می‌کند و نقاط قوت و ضعف آن را نشان می‌دهد. تمامی این کارکردها در جهت این هدف است که هشدارهایی به موقع و زود هنگام درباره‌ی رویدادهایی ارائه کند که ممکن است نیازهای آن کشور را برآورده سازند یا ظرفیت آن کشور را مختل کنند (۱۲: ۶).

برای علم‌سنجی، چهار شاخص اصلی شامل مؤلفان، انتشارات علمی، مراجع، و ارجاعات مشخص شده است. علم‌سنجی بر آن است تا با بررسی جداگانه‌ی متغیرهای مذکور یا ترکیبی مناسب از شاخص‌های مبتنی بر این متغیرها، خصایص علم و پژوهش‌های علمی را مشخص سازد. در اکثر مطالعات علم‌سنجی، از شاخص‌های مستخرج و استنتاج شده از محاسبه و شمارش سه متغیر مؤلف، انتشار، و ارجاع استفاده می‌شود. نسبت «انتشار به مؤلف»، «ارجاع به مؤلف» یا «ارجاع به انتشار»، شاخص‌هایی هستند که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند و به نظر سودمند و کارآمد هستند. این شاخص‌ها به عنوان عواملی از مدل‌های ریاضی پیچیده‌تر مانند «عامل تأثیر»^{۱۰} و «شاخص فوریت»^{۱۱} نیز می‌توانند کاربرد داشته باشند. شاخص «عامل تأثیر» به عنوان مقیاس و ملاک بسامد و فراوانی در نظر گرفته می‌شود که با استفاده از آن، میانگین مقالات مورد ارجاع قرار گرفته در یک نشریه، طی سال معین، معلوم می‌شود. «شاخص فوریت»، مقیاسی است برای سنجش اینکه یک مقاله با ارجاع متوسط در نشریه‌ای

تخصصی با چه فاصله‌ی زمانی مورد ارجاع قرار می‌گیرد. شاخص‌هایی مانند عامل تأثیر و شاخص فوریت، هم می‌توانند برای مشخص کردن و توصیف بازده انتشارات علمی در هر اجتماع پژوهشی مورد استفاده قرار گیرند و هم در مقایسه‌ها و تحلیل‌های علم‌سنجی به کار آیند (۱: ۷۳-۷۴). امروزه، به منظور ارزیابی تولیدات علمی، از شاخص‌های علم‌سنجی مورد قبول جامعه‌ی جهانی استفاده می‌شود و کارشناسان علم‌سنجی به ارزیابی سالانه‌ی محققان، گروه‌های تحقیقاتی، مراکز تحقیقاتی، و دانشگاه‌ها می‌پردازند.

شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اروپا (ا.ای.سی.دی).

دولت آمریکا، یکی از اولین دولت‌هایی بود که خود را در اندازه‌گیری علم و فناوری درگیر کرد. پس از آزمایش‌های اولیه‌ای که در دهه‌های سی و چهل انجام شد، بنیاد ملی علوم آمریکا (ان.اس.اف.) در اوایل دهه‌ی پنجاه، در این زمینه از همه پیشی گرفت و بعد از بیست سال در سال ۱۹۷۳، گزارش <شاخص‌های علم> را منتشر کرد که نخستین تلاش برای تهیه‌ی شاخص‌هایی از وضع کار علمی در آمریکا بود. هدف نهایی این گزارش، تنظیم شاخص‌هایی بود که نقاط قوت و ضعف علم و فناوری آمریکا را برحسب توانمندی و عملکرد تشکیلات به‌منظور کمک به اهداف ملی آشکار کند. این اثر به‌طور گسترده‌ای مورد تحسین قرار گرفت و در سراسر جهان

به عنوان الگویی برای سازمان‌ها و کشورهای مختلف به کار گرفته شد. ا.ای.سی.دی. در سال ۱۹۸۴ اقدام به انتشار یک سری گزارش کرد که در سال ۱۹۸۸، <شاخص‌های علم و فناوری> نام گرفت. به هر حال به عقیدهٔ گودین، اندیشهٔ شاخص‌های علم و فناوری، در ابتدا در کشورهای ا.ای.سی.دی.^{۱۱} به ذهن آمده بود و ریشه در کشور آمریکا ندارد. به‌طور حتم، بنیاد ملی علوم آمریکا، بر جریان تولید روش جمع‌آوری داده‌های علم و فناوری در اوایل دههٔ ۶۰ در کشورهای ا.ای.سی.دی. اثر چشمگیری گذاشته بود، اما ا.ای.سی.دی. الهام‌بخش واقعی تهیه و انتشار گزارش <شاخص‌های علم> در آمریکا بوده است (۱۲: ۲-۳).

در سال ۱۹۶۳، اعضای دبیرخانهٔ ا.ای.سی.دی. و کارشناسان ملی آمار، فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ویلا فالچونری^{۱۳}، واقع در فراسکاتی^{۱۴} ایتالیا، گرد هم آمدند. نتیجهٔ این گردهمایی، اولین ویرایش رسمی <دستورالعمل یکسان پیشنهادی ا.ای.سی.دی. برای ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه> بود که بیشتر به راهنمای فراسکاتی مشهور است. این راهنما، براساس تجربه‌های

حاصل از گردآوری آمار فعالیت‌های تحقیق و توسعه در کشورهای عضو تدوین شده است و حاصل کار جمعی کارشناسان ملی در کارگروه کارشناسان ملی شاخص‌های علم و فناوری است. راهنمای فراسکاتی، که تاکنون بیش از سایر راهنماها مورد توجه قرار گرفته است، صرفاً به اندازه‌گیری منابع مالی و انسانی اختصاص یافته به تحقیق و توسعه می‌پردازد، یعنی آنچه به‌طور معمول داده‌های درون‌دادی نامیده می‌شود. این راهنما، سال‌ها تنها رهنمود در زمینهٔ اندازه‌گیری فعالیت‌های علمی بود، اما این گروه در طول ۴۰ سال گذشته با کار بر روی مفهوم شاخص‌های علم و فناوری مجموعه‌ای از راهنماهای روش‌شناختی را تدوین کردند که به نام «خانوادهٔ فراسکاتی» شناخته می‌شود (۷: ۲۳). این راهنماها شامل *دستنامهٔ فراسکاتی*، *دستنامهٔ کانبرا*^{۱۵}، *دستنامهٔ اسلو*^{۱۶}، *دستنامهٔ تراز پرداخت فناوری*^{۱۷}، و *دستنامهٔ ثبت اختراعات*^{۱۸} است.^{۱۹}

<دستنامهٔ کانبرا>، به‌منظور فراهم کردن خط‌مشی اندازه‌گیری و سنجش منابع انسانی اختصاص داده شده به علم و فناوری و تجزیه و تحلیل چنین داده‌هایی ایجاد شده است. این

۱۲. کشورهای اصلی عضو OECD، اتریش، بلژیک، کانادا، دانمارک، فرانسه، آلمان، یونان، ایسلند، ایرلند، ایتالیا، لوکزامبورگ، هلند، نروژ، پرتغال، اسپانیا، سوئد، سوئیس، ترکیه، انگلستان و آمریکا هستند. کشورهایی که بعداً به این سازمان پیوستند عبارتند از: ژاپن (۱۹۴۶)، فنلاند (۱۹۶۹)، استرالیا (۱۹۷۱)، زلاندنو (۱۹۷۳)، مکزیک (۱۹۹۴)، جمهوری چک (۱۹۹۵)، مجارستان (۱۹۹۶)، لهستان (۱۹۹۶)، کره (۱۹۹۶) و جمهوری اسلواکی (۲۰۰۰) (۶: ۲۱).

13. Villa falcioneri

16. Oslo manual

14. Frascati

17. Technology Balance-Payment Data (TBP)

15. Canberra manual

18. Patent Manual

۱۹. لازم به ذکر است مترجم کتاب راهنمای فراسکاتی در ترجمه عبارت Technology Balance-payment Data از عبارت موازنه پرداخت فناوری استفاده کرده است. نگارنده تراز پرداخت را مناسب‌تر تشخیص داده و به‌کار برده است.

دستنامه با همکاری نزدیک سازمان‌هایی مانند یونسکو به وجود آمده است (۱۰).

<دستنامه اسلو>، نخستین راهنمای بین‌المللی در زمینه گردآوری و کاربرد داده‌های مرتبط با نوآوری در صنعت است. در ویرایش سوم منتشر شده در سال ۲۰۰۵، این راهنما برای اولین بار، حوزه نوآوری غیرفناورانه و پیوند بین انواع نوآوری‌های متفاوت را نیز مورد بررسی قرار داده است. همچنین، شامل پیوستی در زمینه تحقق بررسی‌ها و مطالعات درخصوص نوآوری در کشورهای در حال توسعه است (۱۵).

<دستنامه تراز پرداخت فناوری>، به عنوان روشی استاندارد به منظور جمع‌آوری و بررسی داده برای تجارت فناوری در بین کشورها به کار گرفته می‌شود (۱۸).

<دستنامه ثبت اختراعات> به قصد ارائه خدمت به کسانی به وجود آمده است که مایل‌اند با به‌کارگیری آمارهای اختراع، شاخص‌های علم و فناوری را با کمک تجزیه و تحلیل چنین داده‌هایی طرح‌ریزی کنند (۱۶).

افزون بر موارد فوق، چارچوب‌های روش‌شناختی دیگر ا.ای.سی.دی.، برای علم و فناوری و فعالیت‌های مرتبط با آن، شامل فناوری برتر، کتابسنجی، جهانی شدن، و مانند آن اکنون در دسترس هستند (۷: ۳۱).

همچنین، در سال ۱۹۸۰ نخستین کنفرانس بین‌المللی شاخص‌های علم و فناوری در پاریس، توسط ا.ای.سی.دی. با شرکت بیش از صد نفر از متخصصان و صاحب‌نظران برگزار شد. مطابق توصیه‌ها و پیشنهادات این

کنفرانس، ا.ای.سی.دی. باید نقشی مرکزی و محوری در پایه‌گذاری و توسعه نگرشی هماهنگ و دیدگاهی واحد ایفا کند. به همین دلیل، این کنفرانس تعاریف و اصول طبقه‌بندی مشخصی را برای سازمان‌های مستعد و توانای کشورهای عضو طرح و پیشنهاد کرد (۱: ۷۱).

شاخص‌های تحقیق و توسعه ا.ای.سی.دی.، موسوم به «R&D» به دو دسته شاخص‌های درون‌دادی و برون‌دادی طبقه‌بندی شده‌اند. شاخص‌های درون‌دادی با منابعی مرتبط هستند که به عنوان درون‌داد در جست‌وجو و تعقیب فعالیت‌های علم و فناوری مورد نیازند و معمولاً شامل منابع مالی و انسانی، در دو بخش عمومی و خصوصی می‌شوند که به تحقیق و توسعه اختصاص داده شده است. منابع مالی اختصاص داده شده به تحقیق و توسعه به منظور تخمین رشد کلی منابع و تولیدات مختص R&D به‌کار گرفته خواهد شد. منابع انسانی در فعالیت‌های تحقیق و توسعه به‌طور کلی، به منظور ارزیابی عملکرد تحصیلات تکمیلی (دانشگاهی) در اجرای تحقیق و توسعه به‌کار گرفته می‌شود.

«شاخص‌های برون‌دادی» سعی در ارزیابی تولیدات مستقیم فعالیت‌های علم و فناوری دارد. از طریق شاخص‌های برون‌دادی، می‌توان اثربخشی و کارایی سیاست‌های فناورانه را حدس زد. به‌طورکلی، شاخص‌های برون‌دادی شامل تراز پرداخت فناوری، آمارهای ثبت اختراعات، و انتقال فناوری برتر می‌شود. تراز پرداخت فناوری از انتقال فناوری بین کشورها نشأت می‌گیرد که درجه

وابستگی کشوری معین را به فناوری خارجی می‌سنجد.

«آمارهای ثبت اختراعات» فعالیت‌های اختراعات را می‌سنجد. پروانه‌های ثبت اختراع، به تولیدات، ترکیبات، ابزارها، و پروژه‌هایی اهدا می‌شود که مفید، جدید، و سازنده هستند؛ بنابراین، ممکن است به عنوان شاخص‌های سطح و ماهیت فعالیت‌های خلاق و سازنده به کار روند.

«شاخص تجارت» در محصولات مبتنی بر فناوری، تأثیر تحقیق و توسعه در زمینه تجارت را به وضوح نشان می‌دهد. انتظار می‌رود مطالعه‌ای دقیق و مشخص، ایجاد پیوند و تجزیه و تحلیل آن را بین ویژگی تجاری و شاخص‌های فناورانه ممکن سازد. همچنین، مقایسه بین ویژگی‌های تجاری بین‌المللی و شاخص‌های فناورانه به محققان اجازه می‌دهد که هر محصول را در چرخه نوآوری‌اش در هر دوره تعیین کنند و بعد هم بتوان از آن به عنوان شاخصی جدید برای نوآوری استفاده کرد (۱۱: ۴).

شاخص‌های علم و فناوری یونسکو

استانداردسازی بین‌المللی شاخص‌های علم و فناوری آی.سی.دی. از ملیت‌های نسبتاً کوچک ولی ثروتمند شروع شد. این شاخص‌ها ممکن است لزوماً مربوط به کشورهای در حال توسعه نشود. بدین منظور، یونسکو مجموعه شاخص‌های استاندارد با کاربرد وسیع‌تری را توسعه داده است. یونسکو در بیستمین جلسه خود در پاریس، در نوامبر ۱۹۷۸، پیشنهادها و توصیه‌هایی را، با در نظر

گرفتن استانداردسازی بین‌المللی آمار علم و فناوری، تنظیم کرد و در پی آن، راهنماها و دستنامه‌هایی به منظور کمک به کشورهای عضو برای توسعه و پیشرفت فناوری ایجاد شد. شاخص‌های یونسکو، اولین سری از شاخص‌های ویژه کشورهای در حال توسعه است. فعالیت‌های علمی و فناورانه در کشورهای در حال توسعه کاملاً عقب مانده بود و ارتقای علم و فناوری ضروری دانسته شده بود. نخستین سیاست‌های علم و فناوری یونسکو، تلاش در جهت تحت‌تأثیر قرار دادن این کشورها در مورد اهمیت توسعه علم و فناوری بود. از آنجاکه فعالیت‌های علم و فناوری، اغلب در بخش عمومی در حال انجام است، شاخص‌های علم و فناوری نیز بر اقدامات اولیه دولت پیرامون فعالیت‌های علم و فناوری متمرکز شده است.

شاخص‌های درون‌دادی یونسکو

۱. شاخص‌های درون‌دادی تحقیق و توسعه. مانند شاخص‌های منابع انسانی و مالی که توسط بنیاد ملی علوم آمریکا و آی.سی.دی. توسعه یافته است. منابع انسانی، هم شامل کارکنان فعال بخش تحقیق و توسعه و هم منابع انسانی مختص علم و فناوری یعنی حرفه‌مندان (و نه فقط پژوهشگران و محققان) می‌باشد که عبارتند از:

- کارکنان تمام وقت تحقیق و توسعه،
- پژوهشگران براساس جنسیت،
- پژوهشگران در هر یک میلیون نفر جمعیت،
- فن‌ورزها براساس جنسیت،

- فن‌ورزها در هریک میلیون نفر جمعیت،
 - دیگر کارمندان پشتیبانی، و
 - شمار فن‌ورزها بر اساس پژوهشگر.
 از این رو، دامنه مطالعات و اطلاعات گردآوری شده، به حوزه‌هایی مانند به‌کارگیری علم و فناوری، آموزش علم، جذب نیرو در شغل‌های علمی، مهندسی و فناوری، استفاده از دانشمندان، و جابه‌جایی بین‌المللی افراد تحصیل‌کرده و دارای صلاحیت بسط می‌یابد.
 شاخص‌های منابع مالی، سنجش مستقیمی از تلاش‌های علم و فناوری اعضای یک ملت فراهم می‌کند و مکمل ضروری داده‌های منابع انسانی است. بسیاری از موضوعات مربوط به «منابع انسانی» مانند جابه‌جایی بین‌المللی پژوهشگران، با دسترس‌پذیری منابع مالی در کشورها ارتباط نزدیک دارد. بنابراین، گسترش گردآوری داده‌های مربوط به مخارج تحقیق و توسعه و کمک‌های مناسب به‌منظور ایجاد ظرفیت‌های محلی برای این نوع جمع‌آوری داده، یک ضرورت است. در این خصوص، روش‌های تطبیق دستنامه فراسکاتی با ویژگی‌های گروه‌های خاص کشورهای در حال توسعه، نیاز به ارزیابی دارد. هر چند قابلیت مقایسه بین‌المللی داده‌های تحقیق و توسعه تا حد امکان باید بررسی و دنبال شود.
 منابع مالی یونسکو عبارتند از:
 - کل اعتبارات ناخالص داخلی در زمینه تحقیق و توسعه (با پول ملی)،
 - اعتبارات ناخالص داخلی در زمینه

تحقیق و توسعه با استفاده از منبع بودجه (درصد بودجه)،
 - کل اعتبارات ناخالص داخلی در زمینه تحقیق و توسعه به صورت درصدی از تولید ناخالص ملی^{۲۰}،
 - کل اعتبارات ناخالص داخلی در زمینه تحقیق و توسعه به ازای هر واحد پول ملی، و
 - میانگین اعتبارات ناخالص داخلی در زمینه تحقیق و توسعه به ازای هر محقق.
۲. آموزش و تعلیم علم و فناوری در سطح عالی‌تر. ای.سی.دی. و ان.اس.اف. این مورد را دربرداشتند. این امر، آمارهای پیشینه آموزشی کارمندان در علوم و مهندسی را دربرمی‌گیرد و اطلاعات مفیدی پیرامون تاریخچه (نیم رخ) علم و فناوری شرکت‌ها، صنایع، و ملت‌ها فراهم می‌آورد. انتظار می‌رود این شاخص‌ها در پیشرفت کشورهای در حال توسعه مفید واقع شود، چرا که این امکان فراهم می‌شود که دانشمندان و مهندسان با پیشینه آموزشی عالی‌تر، در اموری که به‌طور مستقیم به نوع آموزش و تعلیمشان مرتبط می‌شود، انتخاب شوند.
۳. خدمات علمی و فناورانه (اس.تی.اس.).^{۲۱}
 به پیشنهاد یونسکو، تلاش‌های اصلی باید بر «اطلاعات و مدارک علمی و فناورانه» متمرکز شوند. اس.تی.اس. به‌طور کلی، محیط علم و فناوری یک کشور را همان‌طور که در مؤسسات اطلاعاتی و شاخص‌های (ویژگی‌های) آن مؤسسات آشکار است، نشان می‌دهد.

شاخص‌های برون‌دادی یونسکو

۱. شاخص‌های کتابسنجی. مانند شمار انتشارات علم و فناوری، شمار استانداردها، شمار پدیدآورندگان، و شمار نویسندگان همکار در سطح بین‌المللی.

این شاخص‌ها بیش از همه مبتنی بر تولیدات علمی کشورهای توسعه‌یافته است. از آنجا که مسیر تولیدات علمی در کشورهای در حال توسعه لزوماً همان مسیر طی شده توسط سایر کشورهای جهان نیست، سودمندی شاخص‌های کتابشناختی مبتنی بر نمایه‌ استنادی علوم و دیگر نمایه‌های تولیدشده توسط آی.اس.آی.، جای تردید دارد. در کشورهای در حال توسعه، قانون و نظم خاصی در انتشار نتایج و همکاری‌های علمی در نشریات ثبت شده در آی.اس.آی. وجود ندارد و نشریات موجود در این کشورها در پایگاه‌های علمی حضور ندارند. با وجود این محدودیت‌ها، این شاخص‌ها به علت فقدان داده‌های دیگر برای سنجش برون‌داد علمی، قابل جایگزینی نیستند. در برخی کشورهای در حال توسعه، مناطقی که از لحاظ علمی «تثبیت شده‌تر» هستند و به معیارهای بین‌المللی نزدیک‌ترند، به تدریج، استفاده از شاخص‌های کتابسنجی را پذیرفته‌اند.

۲. شاخص‌های مربوط به ثبت اختراع. مانند شمار اختراعات، استانداردهای ثبت اختراعات، اختراعات [انجام شده] توسط افراد مقیم، اختراعات [انجام شده] توسط خارجی‌ها، و اختراعات [انجام شده] در کشورهای خارجی. شاخص‌های ثبت اختراع

به‌منظور ارزیابی شمار فعالیت‌های نوآوری به‌کار می‌رود (۱۱: ۶-۷؛ ۱۴: ۱۲-۱۸).

شاخص‌های علم و فناوری کشورهای جنوب شرق آسیا (آسه‌آن)

در بازننگری شاخص‌های علم و فناوری کشورهای عضو آسه‌آن، شش طبقه‌بندی کلی از شاخص‌ها، که درون‌داد و برون‌دادهای نظام علم و فناوری را در برمی‌گیرد، به شرح زیر مشخص شده است:

۱. تحقیق و توسعه (R&D) - درون‌داد -
 - تحقیق و توسعه ملی - منابع انسانی و مالی،
 - تحقیق و توسعه مربوط به شرکت‌های تجاری - منابع انسانی و مالی،
 - تحقیق و توسعه آموزش عالی - منابع انسانی و مالی، و
 - تخصیص بودجه دولت یا سرمایه‌گذاری برای تحقیق و توسعه.
- آمارهای تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری در خلق و ایجاد دانش فناورانه و علمی جدید به‌وسیله اجرای تحقیق و توسعه را می‌سنجد. هدف شاخص‌های تحقیق و توسعه، تعیین و ارزیابی میزان، ساختار، و جهت فعالیت‌های تحقیق و توسعه به‌وسیله سنجش منابع مالی و انسانی (درون‌داد) صرف شده است. منابع، توسط بخش منابع مالی (که پرداخت می‌کند) و بخش [ارزیابی] عملکرد (که تحقیق و توسعه را پیش می‌برد) گزارش می‌شود.
۲. ثبت اختراعات - برون‌داد:
 - اختراعات ملی صورت گرفته (انجام شده) توسط افراد مقیم و غیرمقیم، و

• اختراعات بین‌المللی (خارجی) توسط افراد مقیم.

شاخص‌های ثبت اختراعات از داده‌هایی که توسط دفاتر و نمایندگی‌های ملی و بین‌المللی ثبت اختراعات جمع‌آوری کرده است استفاده می‌کند تا بدین وسیله، سطح، ساختار، و رشد و گسترش فعالیت‌های بدیع و ابتکاری در کشورها، صنایع، شرکت‌ها و فناوری را بسنجد.

۳. تراز پرداخت فناوری (تی.بی.پی) و تجارت در فناوری - درون‌داد و برون‌داد:

• تراز پرداخت فناوری (صادرات و واردات فناوری پیچیده / ناملموس)، و
• صادرات، واردات و برون‌داد فناوری قابل درک / ملموس (کالاها) و خدمات فناوری.

هدف این بخش از شاخص‌های علم و فناوری، سنجش و اندازه‌گیری [ارزیابی] عملکرد کشور در واردات و صادرات دانش فناوری و خدمات فنی، [ارزیابی] عملکرد برون‌داد و صادرات صنعتی است که تحقیق و توسعه در سطح عالی یا محتوای فناورانه داشته باشد، و سنجش تراز تجاری در کالاهای انتخابی که به عنوان «فناوری برتر» در نظر گرفته شده‌اند.

۴. منابع انسانی برای علم و فناوری - درون‌داد اصلی:

• پرورش دانشمندان، مهندسان، و فناوران در هر بخش (به‌ویژه در بخش آموزش عالی).

آمارهای منابع انسانی برای علم و فناوری تعداد افراد خبره (به‌ویژه دانشمندان،

مهندسان، و فن‌ورزها) برای به‌کارگیری توسط سیاست‌گذاران علم و فناوری (که ممکن است با نرخ رشد، قیاس‌های بین‌المللی، مهاجرت یا نرخ مهاجرت در ارتباط باشند)، اشخاص جویای ایجاد کار یا فرصت‌های آموزشی، کارشناسان آموزش و پرورش (برای برنامه‌ریزی) و کارفرمایان (علاقه‌مند به عرضه مهارت‌های ویژه) را می‌سنجد. بنابراین، داده‌های منابع انسانی برای علم و فناوری، درون‌داد مهمی برای سیاست‌های مربوط به آموزش و به‌کارگیری کارکنان ماهر علم و فناوری است. شاخص‌های منابع انسانی، نه تنها کارکنان فعال در حوزه تحقیق و توسعه، بلکه تمامی کارکنان آموزش‌دیده به‌صورت فنی و علمی را در برمی‌گیرد. این کارکنان، هم شامل افراد با مهارت‌های مرتبطی است که ممکن است به‌صورت فعال از مهارت‌هایشان استفاده نکنند و هم شامل افرادی است که بدون داشتن مدرک رسمی در سمت‌های تخصصی به‌کار گرفته می‌شوند. آمارهای مربوط به ثبت‌نام و فارغ‌التحصیلی در حوزه‌های مربوط به علم و فناوری، به‌ویژه در مؤسسات آموزش متوسطه و آموزش عالی، برای سرمایه‌گذاری، جهت کارکنان آینده علم و فناوری حائز اهمیت است.

۵. کتابسنجی (انتشارات علمی و فناورانه) - برون‌داد - :

• تألیف برحسب ملیت و حوزه پژوهش.

در شاخص‌های کتابسنجی، از داده‌های مربوط به تعداد و نویسندگان انتشارات علمی، مقالات، و استنادهای موجود مربوط

می‌شود (۲:۹).

شاخص‌های علم و فناوری ایران

گزارش ارزیابی کلان علم و فناوری کشور، پس از طی مراحل تهیه و تصویب نهایی شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری در جلسه ۵۱۰ مورخ ۸۱/۱۰/۲۴ شورای عالی انقلاب فرهنگی در زمانی محدود، با تلاش مضاعف معاونت علم و فناوری و کارشناسان هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، علی‌رغم کاستی‌های بسیار و مشکلات پیچیده و دشوار تهیه آمار و اطلاعات لازم تدوین شده است. شورای عالی انقلاب فرهنگی در اجرای بند شش وظایف این شورا، شاخص‌های علم و فناوری را در سه دسته کلی شاخص‌های کلان، شاخص‌های خرد و شاخص‌های کیفی ارزیابی علم و فناوری تصویب کرده است:

شاخص‌های کلان ارزیابی علم و فناوری

عنوان‌های شاخص‌های کلان ارزیابی علم و فناوری^{۲۲} چگونگی ارزیابی بخش علم و فناوری کشور را به صورت کلی و فراتر از دستگاه‌ها و سازمان‌های مربوط به این بخش تعیین می‌کند. ارزیابی براساس این شاخص‌ها باید روند عمومی بخش علم و فناوری کشور و موقعیت نسبی آن را در عرصه بین‌المللی مشخص کند.

این شاخص‌ها عبارتند از^{۲۳}:

به آنها به منظور سنجش برون‌داد گروه‌های تحقیقاتی، مؤسسات و کشورها، جهت تعیین شبکه‌های ملی و بین‌المللی و طرح توسعه حوزه‌های جدید علمی و فنی، استفاده می‌شود. انتشارات و مقالات علمی ممکن است براساس نویسندگان و یا مؤسسات، حوزه‌های تحقیق و کشور، طبقه‌بندی شده و تأثیر آنها ممکن است توسط نمایه‌های استنادی و تحلیلی هم‌استناد سنجیده شود.

۶. نوآوری فناورانه و کاربرد فناوری در

صنعت:

• ارزیابی کمی و کیفی فعالیت‌های نوآوری در صنعت، هزینه‌ها و سودمندی‌هایش، موانع و مشکلات نوآوری، منابع دانش، و مانند آن.

هدف آمارهای نوآوری فناورانه، سنجش ابعاد فرایند مربوط به نوآوری صنعتی و منابعی است که توسط شرکت‌ها برای نوآوری فناورانه اختصاص یافته است. نوآوری فناورانه شامل تکامل محصولات یا فرایندهای جدید و بهبود یافته می‌باشد و ممکن است نوآوری سازمانی را دربر بگیرد. داده‌های مربوط به نوآوری، اطلاعات کیفی و کمی درباره عوامل افزایش‌دهنده و کاهش‌دهنده نوآوری، منابع ایده‌های نوآوری، هزینه‌ها و مزایای نوآوری برای شرکت‌ها، تأثیر آن بر عملکرد شرکت و توزیع فناوری‌ها بین شرکت‌ها و صنایع را فراهم می‌کند. قابل ذکر است که معمولاً داده‌های ملی، از طریق مطالعات پیمایشی شرکت‌های صنعتی، جمع‌آوری

۲۲. ارزیابی براساس شاخص‌های مزبور در یک سال و نیز در یک برنامه توسعه انجام می‌شود.

۲۳. برای مطالعه جزئیات بیشتر به سایت www.iranculture.org مراجعه کنید.

۱. شاخص‌های انسانی (شامل تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت، تعداد کل شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت)؛
۲. شاخص‌های مالی (شامل کل اعتبارات تحقیقاتی، درصد رشد اعتبارات تحقیقاتی)؛
۳. شاخص‌های ساختاری (شامل تعداد مراکز تحقیقاتی، نسبت مراکز تحقیق و توسعه به کل مراکز تحقیقاتی)؛
۴. شاخص‌های عملکردی (شامل تعداد قراردادهای خرید و فروش انتقال فناوری، تعداد طرح‌های تحقیقاتی مصوب و فعال به تفکیک بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای)؛ و
۵. شاخص‌های بهره‌وری (شامل نسبت اعتبارات تحقیقاتی به تعداد مراکز تحقیقاتی، نسبت تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به صد نفر محقق) (۸: ۹۷-۱۰۴).

شاخص‌های خرد ارزیابی علم و فناوری

عنوان‌های شاخص‌های خرد ارزیابی علم و فناوری، چگونگی ارزیابی دستگاه‌ها و سازمان‌های مربوط به بخش علم و فناوری و نحوه مقایسه آنها را با هم معین می‌کند. ارزیابی براساس این شاخص‌ها باید در نهایت به رتبه‌بندی دستگاه‌ها و سازمان‌های موجود در این بخش منجر شود. این شاخص‌ها، دانشگاه، پژوهشگاه، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده، سازمان تحقیقاتی و گروه تحقیقاتی دارای تشکیلات مستقل را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این شاخص‌ها

عبارتند از:

۱. شاخص‌های انسانی (شامل تعداد محققان به تفکیک گروه‌های تخصصی و مدرک علمی، تعداد کارشناسان پژوهشی)؛
۲. شاخص‌های مالی (شامل کل اعتبارات تحقیقاتی، درصد اعتبارات دولتی تحقیقات از کل اعتبارات تحقیقاتی)؛
۳. شاخص‌های ساختاری (شامل تعداد رشته‌ها و گروه‌های علمی - تحقیقاتی به تفکیک)؛
۴. شاخص‌های عملکردی (شامل تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال، تعداد اختراعات و اکتشافات به ثبت رسیده)؛ و
۵. شاخص‌های بهره‌وری (شامل نسبت تعداد مقالات منتشر شده به تعداد محققان، نسبت تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تعداد محققان).

لازم به ذکر است درخصوص تعیین شاخص‌ها به منظور رتبه‌بندی دانشگاه‌های کشور، اولین نشست در فوریه ۲۰۰۷ در کویت و نشست دوم در آوریل ۲۰۰۷ در هتل آزادی تهران، با حضور نمایندگان آموزش عالی کشورهای اسلامی، نمایندگان دانشگاه‌های سازمان کنفرانس اسلامی (ا.آی.سی.)، نمایندگان مراکز رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان، خبرگان و متخصصان، مؤسسات وابسته به ا.آی.سی.، رؤسای دانشگاه‌های کشور، معاون اول ریاست جمهوری^{۲۴}، وزیر علوم، تحقیقات و فناوری^{۲۵}، وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی^{۲۶}، برگزار شد و دانشگاه‌های کشور در جریان این شاخص‌ها،

۲۶. دکتر لنکرانی

۲۴. دکتر پرویز داودی

۲۵. دکتر محمدمهدی زاهدی

معیارها و طریقه رتبه‌بندی قرار گرفتند (۲):
۱۱). هدف از این رتبه‌بندی، ارزیابی شکاف میان دانشگاه‌های ا.آی.سی. و دانشگاه‌های مطرح در سطح جهانی، ارزیابی دانشگاه‌های ا.آی.سی. و مقایسه آنها با یکدیگر، افزایش رقابت میان دانشگاه‌های ا.آی.سی.، ارزیابی سطح علمی هر دانشگاه، کمک به شناسایی دانشگاه‌های دارای بهترین عملکرد، افزایش انگیزه برای سیاست‌گذاری‌های علمی و پژوهشی در محافل ملی و مشارکت در تقویت ارتباطات علمی، و دسترسی وسیع‌تر به شبکه‌های تحقیقاتی ملی و بین‌المللی است (۲: ۱۲).

بدین منظور، پس از تجزیه و تحلیل معیارهای مطرح در نظام‌های رتبه‌بندی^{۲۷}، پنج معیار اساسی و شاخص‌های هر معیار در نظر گرفته شدند:

۱. پژوهش (شامل شاخص‌هایی نظیر کیفیت پژوهش، عملکرد پژوهش، ثبت اختراعات)؛
۲. آموزش (شامل شاخص‌هایی نظیر نسبت اعضای هیئت علمی به دانشجو، دانشجویانی که در المپیادهای بین‌المللی امتیاز کسب کرده‌اند، نسبت اعضای هیئت علمی با مدرک دکترا به کل اعضا)
۳. وجهه بین‌المللی (شامل شاخص‌هایی نظیر نسبت اعضای هیئت علمی بین‌المللی به کل اعضا، نسبت اعضای هیئت علمی با مدرک دکترای خارج به کل اعضای هیئت علمی با مدرک دکترای [داخل کشور]،

۴. تسهیلات (شامل شاخص‌های تعداد عناوین کتاب به ازای هر دانشجو، تعداد مراکز تحقیقاتی دانشگاه و تعداد مجلات/پاینده‌های در دسترس)، و
۵. تأثیر اقتصادی-اجتماعی (شامل شاخص‌هایی نظیر برنامه‌های کارآفرینی و ارتباطات صنعتی، درآمدهای حاصل از قراردادهای و مشاوره‌ها، تعداد پروژه‌های حمایت شده)^{۲۸} (۲: ۸۶-۸۷).

شاخص‌های کیفی ارزیابی علم و فناوری

شاخص‌های کیفی ارزیابی علم و فناوری، مؤلفه‌ها و مقولاتی از سامانه علم و فناوری ملی را مورد بررسی و پرسش قرار می‌دهد که تبیین کمی آنها دشوار یا غیرممکن است. پاسخ به این پرسش‌ها باید به صورت تحلیلی و از طریق نظرخواهی از صاحب‌نظران و مدیران علم و فناوری فراهم آید و نتایج ارزیابی براساس شاخص‌های آماری را تکمیل کند. این شاخص‌ها عبارتند از:

۱. میزان تطبیق تحقیقات انجام شده در کشور با هدف‌های برنامه‌های توسعه،
۲. فرایند سیاست‌گذاری و تعیین راهبردهای علم و فناوری در کشور،
۳. کیفیت سامان‌دهی و سازمان‌دهی ملی علم و فناوری،
۴. نظام اطلاع‌رسانی علم و فناوری در کشور،

۲۷. این معیارها شامل Shanghai Jiao Tong و Time Higher Education Supplement است.

۲۸. همچنین، نرم‌افزار پایگاه داده و نرم‌افزار رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان اسلام در مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی طراحی و تهیه شده و در اختیار سازمان کنفرانس اسلامی قرار گرفته است (اطلاعات، دوشنبه، ۸ مرداد ۱۳۸۶، صفحه ۳، شماره ۲۳۹۷۱).

۵. توسعه ارتباطات بین‌المللی در زمینه علم و فناوری،
۶. میزان استفاده از نتایج تحقیقات کشور،
۷. گسترش فرهنگ و روحیه تحقیق در کشور و میزان اعتقاد به استفاده از تحقیق در برنامه‌ریزی‌های عمرانی و توسعه‌ای،
۸. میزان مشارکت دانشمندان و محققان کشور در تصمیم‌گیری امور مربوط به علم و فناوری،
۹. نحوه مصرف بودجه‌های تحقیقاتی در کشور،
۱۰. میزان ارائه خدمات و تسهیلات بخش دولتی در امور تحقیقاتی،
۱۱. کیفیت انتقال فناوری از خارج به داخل کشور و انجام تحقیقات تطبیقی به منظور بومی کردن آن،
۱۲. ارتباط بخش صنعت با مراکز تحقیقاتی (دانشگاهی و غیردانشگاهی)،
۱۳. میزان گرایش به مراکز تحقیقاتی غیردولتی و روند توسعه کمی و کیفی آنها،
۱۴. کیفیت مدیریت مراکز تحقیقات،
۱۵. منزلت اجتماعی و رضایت شغلی دانشمندان و محققان،
۱۶. کیفیت مجلات علمی - پژوهشی کشور،
۱۷. کیفیت کتاب‌های علمی،
۱۸. کیفیت همایش‌های علمی و امکانات و تجهیزات مربوط جهت برگزاری همایش‌ها

در سطح بین‌المللی، و
۱۹. میزان توجه به ایجاد راهکارهای مناسب جهت جذب نخبگان و کاهش مهاجرت آنان.

نتیجه‌گیری

چنانچه گفته شد، علم و فناوری، زیربنای توسعه پایدار هر کشور محسوب می‌شود. از این رو، ارزیابی آن در سطح بین‌المللی به عنوان فرایندی رو به رشد در سال‌های اخیر، مورد توجه قرار گرفته است و هم‌اکنون در بیشتر کشورهای صنعتی به‌طور منظم و توسط مؤسساتی در بخش عمومی یا خصوصی انجام می‌شود؛ زیرا بدین طریق می‌توان نظام علم و فناوری هر کشور را توصیف، ساختار علم و فناوری آن را شناسایی و نقاط ضعف و قوت آن را مشخص کرد تا بدین وسیله بتوان با تعیین راهبردها و برنامه‌ریزی‌های دقیق و منظم و اجرای عملی آنها به توسعه پایدار دست یافت. در سال‌های اخیر برخی کشورهای در حال توسعه نیز گام‌هایی در این مسیر برداشته‌اند. شماری از سازمان‌های بین‌المللی نیز، گزارش‌های ادواری در این زمینه منتشر می‌کنند. در کشور ما، با تصویب شاخص‌های علم و فناوری در شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۸۱، این ارزیابی‌ها در حال انجام است^{۲۹}. همچنین، تاکنون پژوهش‌هایی نیز به‌طور پراکنده در زمینه علم و فناوری، میزان تولیدات علمی ایرانیان

۲۹. لازم به ذکر است اولین گزارش ارزیابی کلان علم و فناوری کشور، پس از تصویب شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری و ابلاغ آن در تاریخ ۲۴ بهمن ۱۳۸۱، به‌وسیله هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی تدوین و به منظور تأیید به شورای عالی انقلاب فرهنگی ارائه شد. این گزارش، اولین گزارش رسمی ارزیابی کلان علم و فناوری کشور به‌شمار می‌رود و اهمیت آن از آن جهت است که مقدمه‌ای برای آینده‌نگری و آینده‌پژوهی و امری ضروری برای سیاست‌گذاری و تعیین و تدوین راهبردها و برنامه‌های کلان علم و فناوری محسوب می‌شود. برای مطالعه بیشتر به سایت www.mehrnews.com/fa/newsdetail.aspx مراجعه کنید.

در برخی پایگاه‌های علمی معتبر جهان نظیر آی.اس.آی.^{۳۰}، اس.سی.آی.^{۳۱}، مدلاین^{۳۲}، بررسی شاخص‌های نیروی انسانی^{۳۳}، بررسی تولیدات علمی اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها^{۳۴} و نظایر آن در کشور به انجام رسیده است.

در مجموع، همان‌طور که مرتضوی نصیری نیز بیان داشته است، شاخص‌های موجود علم و فناوری را می‌توان به گروه‌های کلی دسته‌بندی کرد. دسته نخست که همان شاخص‌های درون‌دادی است و از بدو پیدایش اندازه‌گیری علم و فناوری مورد توجه بوده است و به دو زیرمجموعه منابع انسانی و مالی تقسیم می‌شود. دسته دوم، شاخص‌هایی هستند که به کار اندازه‌گیری برون‌دادهای علم و فناوری می‌آیند و شامل شاخص‌های ثبت اختراعات و داده‌های کتابسنجی می‌شوند. دسته سوم شاخص‌ها را می‌توان بازتابی از رویکردهای اخیر یا جاری در عرصه اندازه‌گیری علم و فناوری تلقی کرد که عبارتند از: نوآوری، مدیریت دانش، جابه‌جایی سرمایه انسانی، شاخص‌های

همکاری بین‌المللی در علم و فناوری، و تراز پرداخت فناوری‌های برتر (۳۰:۶). در هر حال، آنچه مهم و قابل توجه است سعی در به‌کارگیری شاخص‌ها به‌منظور آگاهی از وضع موجود، تجزیه و تحلیل و ارائه راهکارهای مناسب در هر کشور، توسط مسئولان مربوط می‌باشد که امید است کشور ما ایران نیز، بتواند در آینده‌ای نزدیک به این مهم دست یابد.

منابع

۱. براون، تیپور؛ گلانزل، ولفگانگ؛ شوبرت، آندرناس. «شاخص‌های علم‌سنجی، ارزیابی تطبیقی فعالیت‌های انتشاراتی و تأثیرگذاری ارجاعات در ۳۲ کشور». ترجمه محمد اسماعیل ریاحی. *رهیافت*، ۸ (۱۳۸۴): ۷۰ - ۸۰.
۲. *رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های عضو OIC*. ترجمه جعفر مهاد و محمدرضا فلاحتی. شیراز: کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی، ۱۳۸۶.
۳. زلفی گل، محمد علی؛ کیانی بختیاری، ابوالفضل. «مصادیق تولید علم: شاخص‌های انتخاب و انتخاب شاخص‌ها». به نقل از:

۳۰. سکینه انصافی؛ حسین غریبی، *دانش ایران در سطح بین‌الملل*، (تهران: مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران، ۱۳۸۱). لازم به ذکر است این پژوهش تا سال ۱۳۸۴ همه ساله انجام شده است.
۳۱. سکینه انصافی، «بررسی میزان تولید مقالات ایرانیان در پایگاه اطلاعاتی SCI در زمینه علوم پایه»، *پیام کتابخانه*، (دوره دهم، ۴ زمستان ۱۳۷۹): ۴۵.
- فریده عصاره، «سهم موضوع‌های انتشارات علمی کشورهای در حال رشد در نمایه استنادی علوم»، *کتابداری*، (دفتر سی و چهارم، ۱۳۷۹): ۶۳.
- فریده عصاره، «شناسایی دانشمندان ایران و میزان مشارکت علمی آن‌ها در نمایه استنادی علوم»، ارائه شده در همایش ملی علم‌سنجی، ۱۲ مهر ۱۳۸۰.
۳۲. فریده عصاره، رحمان معرفت، «مشارکت پژوهشگران ایرانی در تولید علم جهانی در مدلاین»، (۳۵، بهار ۱۳۸۴): ۳۹.
۳۳. علی ناصحی، «نگاهی به وضعیت علم و فناوری کشور (شاخص نیروی انسانی)». *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، (دوره سی‌وپنجم، ۳ پاییز ۱۳۸۵): ۶۷-۸۴.
۳۴. این پژوهش‌ها در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی در دانشگاه‌های مختلف مانند دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه شیراز، دانشگاه اهواز و غیره انجام شده است.

the ESCAP region". [on-line]. Available: http://www.unescap.org/stat/cos10/10-07_a4.asp.

12. Godin, Benoit. "The emergence of science and technology indicators: why did government supplement statistics with indicators". 2001. [on-line]. Available: http://www.csiic.ca/pdf/Godin_8.pdf.

13. Ibid. "Outline for a history of science measurement". 2000. [on-line]. Available: <http://www.csiic.ca/pdf/Godin1.pdf>.

14. "Immediate, medium and longer - term strategy in science and technology statistics". 2003. [on-line]. Available: http://www.uis.unesco.org/file_download.php.

15. *OSLO manual*. Paris: OECD, 2005. [on-line]. Available: http://www.oecd.org/document/23/092340_en-2649-2085-35595007_1_1_1_00.html.

16. *Patent manual*. Paris: OECD, 1994. [on-line]. Available: <http://www.oecd.org/dataoecd/33/62/2095942.pdf>.

17. Shojai, Foad. "Science and technology indicators and a catalog of major S&T indicators of Canada". 1996. [on-line]. Available: http://www.shodjai.org/foad/st_ind.fm.html.

18. *TBP manual*. Paris: OECD, 1995. [on-line]. Available: <http://www.oecd.org/dataoecd/35/13/2347115.pdf>.

<http://www.korsi.ir/statics/masadigh.doc>.

۴. «شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری ایران». به نقل از: <http://www.iranculture.org/provs/view.php?id=1281>. [۱۳۸۵ دی ۱۲]

۵. گوپتا، آی. ان. سن. «مروری بر کتاب‌سنجی، اطلاع‌سنجی، علم‌سنجی و کتابخانه‌سنجی». ترجمه مهردادخت وزیرپور کشمیری. *اطلاع‌رسانی*، دوره ۲ و ۳ (تابستان و پاییز ۱۳۷۲): ۳۸-۵۸.
۶. مرتضوی نصیری، حسن. «گزارش مطالعه انتقادی شاخص‌های علم و فناوری». تهران: وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۸۱ (پلی‌کپی).

۷. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. *راهنمای فراسکاتی دستورعمل یکسان پیشنهادی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اروپا (OECD) برای ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه تجربی* ۲۰۰۲. ترجمه فریبا نیک‌سیر. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، ۱۳۸۴.

۸. هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی. *ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران (اولین ارزیابی کلان)*. تهران: شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی، ۱۳۸۲.

9. "The ASEAN science and technology network". [on-line]. Available: <http://www.astnet.org/index.php?name=Main&file=content&cid=48>.

10. *Canberra manual*. Paris: OECD, 1995. [on-line]. Available: <http://www.oecd.org/dataoecd/34/0/2096025.pdf>.

11. "Emerging issues in the development and utilization of science and technology indicators in developing countries and