

# توسعه‌ی علم، فن آوری و نوآوری؛ رهیافت شاخص‌های علم سنجی\*

عبدالرضا نوروزی چاکلی<sup>۱</sup>، محمد حسن زاده<sup>۲</sup>

## چکیده

بررسی‌ها نشان می‌دهد که فعالیت‌های مربوط به توسعه‌ی علم، فن آوری و نوآوری، به عنوان پیشران‌های اصلی بهره‌وری و رشد اقتصادی محسوب می‌شود و به طور چشم‌گیری به توسعه‌ی اقتصادی و بهبود سطح زندگی جوامع یاری می‌رساند. بر این اساس، دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی، همواره با بهره‌گیری از شیوه‌های مختلف و در ابعاد گوناگون، سنجش و ارزیابی علم، فن آوری و نوآوری را در دستور کار خود قرار می‌دهند.

مقاله‌ی حاضر در نظر دارد با تکیه بر روش کتابخانه‌ای و بهره‌گیری از اسناد، مدارک و شواهد موجود، ضمن شناسایی جایگاه شاخص‌های علم سنجی در دستورالعمل‌های بین‌المللی سنجش علم، فن آوری و نوآوری، رویکردها و شیوه‌های موجود در هر یک از این دستورالعمل‌ها را در زمینه‌ی سنجش علم، فن آوری و نوآوری مورد بررسی، مطالعه و مقایسه قرار دهد و به ارزیابی مقایسه‌ای ویژگی‌ها و تفاوت‌های آن‌ها با یکدیگر بپردازد. شاخص‌های علم سنجی «مؤسسه‌ی اطلاعات علمی (ISI)»، «دستورالعمل اسلو (Oslo)» و «دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی (Frascati)»، که هر یک از ابعاد گوناگون سنجش علم، فن آوری یا نوآوری را مورد توجه قرار می‌دهد، از جمله مواردی است که در مقاله‌ی حاضر مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که در هر یک از این دستورالعمل‌ها، شاخص‌های کتاب سنجی و علم سنجی دارای جایگاه ویژه‌ای است. نتایج این تحقیق می‌تواند ضمن گشودن افق‌های تازه‌ی این حوزه برای متخصصان علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی، زمینه‌های لازم را برای ورود آن‌ها به مباحث مطرح در این زمینه ایجاد نماید.

**واژه‌های کلیدی:** سنجش آموزش؛ تکنولوژی؛ شاخص‌ها؛ نوآوری‌ها؛ توسعه.

**نوع مقاله:** مروری

پذیرش مقاله: ۱۸/۶/۵

اصلاح نهایی: ۱۸/۲/۹

دریافت مقاله: ۱۷/۱/۲۰

**ارجاع:** نوروزی چاکلی عبدالرضا، حسن‌زاده محمد. توسعه‌ی علم، فن آوری و نوآوری؛ رهیافت شاخص‌های علم سنجی. مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۸۹؛ ۷ (۴): ۴۷۵-۴۸۴.

## مقدمه

دستورالعمل‌هایی که رهنمودها و شاخص‌هایی را برای سنجش و ارزیابی یکسان وضعیت علم، فن آوری و نوآوری ارائه می‌کند، صورت پذیرفته است. امروزه، این دستورالعمل‌ها در سطحی وسیع،

یافته‌های حاصل از مطالعات سنجش و ارزیابی علم، فن آوری و نوآوری، از مهم‌ترین ابزارهای سیاست‌گذاری توسعه‌ی علم، فن آوری و نوآوری در هر کشور به شمار می‌رود. از این رو، این سنجش باید به گونه‌ای صورت پذیرد که با تکیه بر نتایج آن بتوان تصویری واقعی‌تر از وضعیت کشور خود در مقایسه با سایر کشورها به دست آورد (۱). به همین دلیل، سازمان‌های بین‌المللی که در این زمینه فعال هستند، اقداماتی را برای حمایت از این فعالیت‌ها به انجام رسانده‌اند. بیشتر این اقدامات، از طریق تدوین

\* این مقاله در همایش علم سنجی که توسط مرکز تحقیقات فن آوری اطلاعات در سلامت در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۳۸۶ برگزار شده، ارائه گردیده است.

۱. استادیار، علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران (نویسنده‌ی مسؤول)

Email: noroozi@shahed.ac.ir

۲. استادیار، علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تحت حمایت‌های بین‌المللی قرار دارد و توسط کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. کشورها به منظور شناسایی وضعیت توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری خود در سطح بین‌المللی و مقایسه‌ی این وضعیت با سایر کشورهای جهان، از این دستورالعمل‌های یکسان استفاده می‌کنند. این دستورالعمل‌ها، ابعاد مختلفی از توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری در کشورها را مورد نظر قرار می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که «شاخص‌های علم سنجی» و به خصوص «شاخص‌های کتاب سنجی»، در تمامی این دستورالعمل‌ها، از جایگاه مهمی برخوردار است.

متخصصان علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی که در کنار سایر فعالیت‌های تخصصی خود، به عنوان متخصصان علم سنجی نیز ایفای نقش می‌کنند، علاوه بر توجه به شاخص‌های کتاب سنجی، همواره ابعاد دیگری از شاخص‌های علم سنجی را نیز با هدف تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر تولید علم مورد نظر قرار داده‌اند (۲). پرداختن به ابعاد هزینه‌ای و نیروی انسانی مؤثر بر برون‌دادهای علمی را که در مباحثی همچون «اقتصاد اطلاعات» مطرح است، می‌توان به عنوان نمونه‌هایی از توجه متخصصان علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی به ابعاد دیگری از شاخص‌های علم سنجی به شمار آورد. بر این اساس، ضروری است تا به منظور ایجاد درکی صحیح و واقعی از جایگاه شاخص‌های «کتاب سنجی» و «علم سنجی» در فرایند سنجش و ارزیابی توسعه‌ی علمی، فن‌آوری و نوآوری کشورها، از روابط میان این شاخص‌ها آگاهی یابند. در این صورت، زمینه‌های لازم برای ورود بیشتر آن‌ها به عرصه‌های اقتصادی و اجتماعی و حضور و تأثیرگذاری قدرتمندتر آن‌ها بر عرصه‌های سیاست‌گذاری علمی کشور فراهم خواهد شد.

### شرح مقاله

ارتباط شاخص‌های کتاب سنجی با شاخص‌های علم سنجی: پیش از پرداختن به مبحث اصلی، داشتن درکی مشترک و واقعی از مفهوم «کتاب سنجی (Bibliometrics)» و «علم سنجی (Scientometrics)» ضروری است. شاید در نگاه اول، مفهوم «کتاب سنجی» معادل مفهوم «علم سنجی» در

نظر گرفته شود، اما باید توجه داشت که مفهوم این دو اصطلاح، با یکدیگر متفاوت است. واقعیت این است که با استفاده از «شاخص‌های کتاب سنجی»، می‌توان داده‌های مربوط به نویسندگان، انتشارات علمی و استنادهای بین آن‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد، جایگاه برون‌دادهای علمی گروه‌های تحقیقاتی، مؤسسه‌ها و کشورها و میزان رشد آن‌ها را در شبکه‌های ملی و بین‌المللی علوم و فن‌آوری شناسایی کرد و نقشه‌ی حوزه‌های مختلف علوم و فن‌آوری را در ارتباط با یکدیگر ترسیم نمود (۳، ۴). اما در مقابل، «شاخص‌های علم سنجی»، نسبت به شاخص‌های «کتاب سنجی»، مقوله‌های جامع‌تری را در بر می‌گیرد. به عقیده‌ی بسیاری از صاحب‌نظران، «علم سنجی» با استفاده از روش‌های آماری، معیارهای رشد و توسعه‌ی علوم و میزان گسترش و تأثیر و تأثر آن‌ها را بر جوامع مختلف بشری مورد مطالعه قرار می‌دهد. اندازه‌گیری کمی علوم در سطح ملی و بین‌المللی، به تفکیک مؤسسه‌های دولتی و خصوصی، با استفاده از مطالعات «علم سنجی» صورت می‌پذیرد (سن‌گوپتا). بنابراین هرگاه سخن از «شاخص‌های علم سنجی» به میان می‌آید، تنها منظور «شاخص‌های کتاب سنجی» نیست، بلکه منظور تمامی شاخص‌هایی است که می‌تواند در توسعه‌ی فرایند علمی و فن‌آوری یک کشور مؤثر باشد. یکی از اصلی‌ترین هدف‌های علم سنجی، اندازه‌گیری و تعیین معیارهایی برای سنجش و ارزیابی جنبه‌های مختلف مدیریتی و سازمانی علوم است، بنابراین، ارزشیابی کمی علوم در ارتباط با مقایسه‌ی بیرونی و درونی فعالیت‌های علمی، که منجر به باروری و توسعه‌ی علمی می‌شود، می‌تواند کمک بزرگی برای مسؤولان و برنامه‌ریزان باشد که قصد دارند، با صرف کمترین هزینه، بیشترین استفاده را از منابع مالی و انسانی ببرند و در بهینه‌سازی ساختار اقتصادی - اجتماعی کشور مؤثر باشند (سن‌گوپتا). به همین دلیل، Beck ادعان می‌دارد که نتایج مطالعات علم سنجی می‌تواند به برقراری توازن بین بودجه و هزینه‌های جاری اقتصادی یاری رساند و از این طریق، کارایی تحقیقات را افزایش دهد. به عقیده‌ی وی، «علم سنجی» یکی از بهترین

عنوان شاخص‌های سنجش «علم، فن‌آوری و نوآوری»، یا شاخص‌های سنجش «علم و فن‌آوری» یاد شود (۶). با توجه به اهمیت آشنایی متخصصان علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی با «شاخص‌های علم سنجی»، در ادامه، با بررسی شاخص‌های ارزیابی علم، فن‌آوری و نوآوری در برخی از معتبرترین سازمان‌های بین‌المللی، جایگاه این نوع شاخص‌ها مورد توجه دقیق‌تر قرار می‌گیرد.

شاخص‌های علم، فن‌آوری و نوآوری در «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»:

مهم‌ترین دستورالعمل‌ها و شاخص‌های ارزیابی علم، فن‌آوری و نوآوری، توسط «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» (Organization for Economic Cooperation and Development یا OECD) تدوین شده است. هم‌اکنون دستورالعمل‌ها و شاخص‌های «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، در سطح وسیعی مورد استفاده‌ی کشورها و سازمان‌های بین‌المللی قرار می‌گیرد. مطالعه‌ی شاخص‌های ارزیابی علم و فن‌آوری در سایر سازمان‌ها و کشورها حاکی از این است که بخش عمده‌ای از شاخص‌های آن‌ها نیز با استفاده از شاخص‌های «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» تدوین شده است. «کمپسیون جامعه‌ی اروپا» نیز با «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» همکاری نزدیکی دارد. «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» با معرفی «شاخص‌های اصلی علم و فن‌آوری»، «شاخص‌های دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی» و برخی دیگر از شاخص‌های سنجش و ارزیابی توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری کشورها، از این مقوله حمایت می‌کند.

شاخص‌های اصلی علم و فن‌آوری:

«شاخص‌های اصلی علم و فن‌آوری»، عنوان یکی از نشریات «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» در زمینه‌ی سنجش علم و فن‌آوری است که به صورت ۶ ماهه منتشر می‌شود و شاخص‌ها و آمارهایی را در خصوص علم و فن‌آوری کشورها ارائه می‌کند. «شاخص‌های اصلی علم و فن‌آوری سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» (OECD Main

ابزارهایی است که می‌تواند به روشن شدن قضایای علمی و ارایه‌ی راه حل برای رفع انواع مشکلات، یاری رساند (۵).

شاخص‌های علم سنجی و سنجش و ارزیابی توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری:

به دلیل نقش علم، فن‌آوری و نوآوری در توسعه‌ی کشورها، سنجش و ارزیابی این مقوله‌ها نیز از اهمیت قابل توجهی برخوردار شده است. از این رو، سنجش و ارزیابی ابعاد مختلف توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری، با استفاده از شاخص‌هایی چندگانه صورت می‌پذیرد. بخشی از این شاخص‌ها، «سنجش فن‌آوری» و بعضی دیگر، «سنجش نوآوری» را مد نظر قرار می‌دهد. برخی دیگر از این شاخص‌ها نیز در ارتباط مستقیم با تولیدات علمی و عوامل مؤثر بر آن قرار دارد و از این جهت از آن به عنوان «شاخص‌های سنجش علم» یا «شاخص‌های علم سنجی» یاد می‌شود. از این نظر، بهتر بودن وضعیت کشورها در «شاخص‌های علم سنجی» می‌تواند نشان‌دهنده‌ی توسعه‌ی علمی آن‌ها قلمداد شود. در عین حال، لازم به یادآوری است که «شاخص‌های کتاب سنجی»، بخشی از «شاخص‌های علم سنجی» محسوب می‌شود و نباید تنها با تکیه بر آن، در خصوص توسعه‌ی علمی کشورها قضاوت کرد. این نوع شاخص‌ها، در مراحل درون‌دادی و برون‌دادی علم، فن‌آوری و نوآوری وجود دارد. علی‌رغم اهمیتی که هر یک از این شاخص‌ها در سنجش توسعه‌ی کشورها بر عهده دارد، از محدودیت‌هایی نیز برخوردار است. به همین دلیل، توصیه نمی‌شود نتایجی را که از هر کدام از این شاخص‌ها به دست می‌آید، بدون توجه به نتایج سایر شاخص‌ها، به طور مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و با اتکالی به آن، در خصوص توسعه‌ی همه جانبه‌ی علمی، فن‌آوری و نوآوری کشورها اعلام نظر کرد. هنگامی که شناسایی وضعیت توسعه‌ی علمی، فن‌آوری و نوآوری کشورها مورد نظر باشد، باید نتایج به دست آمده از این مجموعه شاخص‌ها را در کنار یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. به همین دلیل، در بیشتر متون ترجیح داده می‌شود که از این مجموعه شاخص‌ها به طور مستقل نام برده نشود و از آن به

فن‌آوری و نوآوری است که توسط «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، عرضه شده است. «دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی»، مشتمل بر دستورالعمل‌های «فراسکاتی (Frascati)»، «اسلو (Oslo)»، «کانبرا (Canberra)»، «موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری (Technology balance of payments)» و «پروانه‌های ثبت اختراعات (Patent Manual)» است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، شاخص‌های «موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری» و «پروانه‌های ثبت اختراعات»، هم به طور مستقل در «دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی» و هم جزء «شاخص‌های اصلی علم و فن‌آوری» وجود دارد. با استفاده از شاخص‌های مندرج در هر یک از دستورالعمل‌های پنج‌گانه‌ی «دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی»، امکان ارزیابی مستقل بخش‌هایی از علم، فن‌آوری و نوآوری فراهم می‌شود. هر یک از «دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی»، دارای کاربردی به صورت زیر است:

#### دستورالعمل فراسکاتی (Frascati):

این دستورالعمل، برای ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن‌جا که فعالیت‌های تحقیق و توسعه، بخشی از فعالیت‌های مربوط به علم و فن‌آوری کشورها را در بر می‌گیرد، این دستورالعمل، رهنمودها و شاخص‌هایی را برای سنجش و ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه ارائه می‌کند (۹، ۸). با توجه به رهنمودهای «دستورالعمل فراسکاتی»، برون‌داد تحقیق و توسعه را می‌توان به چند طریق اندازه‌گیری کرد. «سنجش نوآوری» و «کتاب‌سنجی»، مهم‌ترین این موارد به شمار می‌رود (۸).

#### دستورالعمل اسلو (Oslo):

این دستورالعمل، رهنمودها و شاخص‌هایی را برای سنجش و ارزیابی نوآوری ارائه می‌کند. با استفاده از شاخص‌های نوآوری که توسط «دستورالعمل اسلو» ارائه می‌شود، می‌توان نوآوری را در تولید، فرایند، سازمان و بازاریابی مورد سنجش و ارزیابی قرار داد (۱۰).

#### دستورالعمل کانبرا (Canberra):

با استفاده از شاخص‌های «دستورالعمل کانبرا»، می‌توان به

چهار قسمت «شاخص‌های تحقیق و توسعه»، «شاخص‌های منابع انسانی»، «شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراعات» و «شاخص‌های موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری» تقسیم‌بندی کرد (۷). در «شاخص‌های تحقیق و توسعه»، انواع «هزینه‌کرد ناخالص داخلی در تحقیق و توسعه» (Gross Domestic Expenditure on R&D یا GERD)، به تفصیل و از ابعاد گوناگون مورد توجه قرار می‌گیرد. سهم هزینه‌کرد ناخالص داخلی هر یک از بخش‌های دولتی، بنگاهی، آموزش عالی، خارجی و مانند آن در تحقیق و توسعه، جزء مهم‌ترین مواردی است که در «شاخص‌های تحقیق و توسعه» مورد توجه واقع می‌شود. «وضعیت نیروی انسانی تحقیق و توسعه»، اعم از محققان، دانشمندان، مهندسان و مانند آن، جزء «شاخص‌های منابع انسانی علم و فن‌آوری» محسوب می‌شود. با توجه به این که «شاخص‌های تحقیق و توسعه» و «شاخص‌های منابع انسانی علم و فن‌آوری»، به عنوان پیش‌نیازهای اصلی توسعه‌ی علم و فن‌آوری هر کشور محسوب می‌شود، از آن‌ها به عنوان «شاخص‌های درون‌دادی علم و فن‌آوری» نیز یاد می‌شود. از طرفی، «شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراعات» و «شاخص‌های موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری»، جزء شاخص‌های برون‌دادی علم و فن‌آوری به شمار می‌رود. در عین حال، باید توجه داشت که «شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراعات» بر جنبه‌های فن‌آوری و نوآوری و «شاخص‌های موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری»، بر جنبه‌های تجاری‌سازی تولیدات علمی تأکید بیشتری دارد. بنا بر توصیه‌ی «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، با استفاده‌ی ترکیبی از یافته‌های مربوط به این گروه از شاخص‌ها، که به «شاخص‌های اصلی علم و فن‌آوری» مشهور است، می‌توان ابعاد مختلفی از توسعه‌ی علم و فن‌آوری کشورها را مورد ارزیابی قرار داد (۷).

شاخص‌های دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی (Frascati):

شاخص‌های ارائه شده در «دستورالعمل‌های خانواده‌ی فراسکاتی»، یکی دیگر از مجموعه شاخص‌های ارزیابی علم،

شاخص‌های سنجش فن‌آوری محسوب می‌شود (۱۴).

شاخص‌های جهانی شدن اقتصاد:

از این شاخص‌ها، برای ارزیابی جایگاه هر کشور در اقتصاد جهانی استفاده می‌شود. این نوع شاخص‌ها نیز جزء شاخص‌های برون‌دادی علم و فن‌آوری محسوب می‌شود و بیانگر میزان موفقیت هر کشور در بهره‌برداری از هزینه‌هایی است که در بخش علم و فن‌آوری آن صورت گرفته است (۱۵).

شاخص‌های جامعه‌ی اطلاعاتی:

«شاخص‌های جامعه‌ی اطلاعاتی»، برای سنجش و ارزیابی میزان تمایل و حرکت کشورها به سوی تبدیل شدن به جامعه‌ی اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنا بر تأکید «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، این شاخص‌ها از مهم‌ترین شاخص‌های توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری محسوب می‌شود و جزء شاخص‌های برون‌دادی علم، فن‌آوری و نوآوری به شمار می‌رود (۱۶).

شاخص‌های بخش آموزش:

«سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، این شاخص‌ها را برای سنجش وضعیت آموزش رسمی در یک کشور تدوین نموده است (OECD). علاوه بر این، در این دستورالعمل، رهنمودهایی برای چگونگی طبقه‌بندی برنامه‌های آموزشی هر کشور ارائه شده است (۱۷).

شاخص‌های ارزیابی علم و فن‌آوری در «سازمان ملل متحد»:

«سازمان ملل متحد» نیز همچون «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، شاخص‌هایی را برای سنجش و ارزیابی علم و فن‌آوری ارائه نموده است. با توجه به همکاری‌های نزدیک این «سازمان» با «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، بین شاخص‌های این دو سازمان شباهت‌های زیادی وجود دارد. «کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیای غربی»، یکی از مهم‌ترین واحدهای تابعه‌ی «سازمان ملل متحد» است که این شاخص‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهد. این شاخص‌ها، به سه قسمت «شاخص‌های تحقیق و توسعه»، «شاخص‌های کتاب سنجی» و «شاخص‌های مالکیت معنوی» تقسیم می‌شود:

سنجش و ارزیابی منابع انسانی علم و فن‌آوری پرداخت. سنجش و ارزیابی ابعاد مختلفی از دانشمندان و محققان، با استفاده از شاخص‌های این دستورالعمل امکان‌پذیر است (۱۱).

موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری:

با استفاده از شاخص‌های «دستورالعمل موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری»، می‌توان به سنجش و ارزیابی هزینه‌هایی که در بخش فن‌آوری صورت گرفته است، پرداخت. سنجش و ارزیابی جنبه‌ی تجاری‌سازی تولیدات علمی، با استفاده از شاخص‌های همین دستورالعمل صورت می‌پذیرد (۱۲).

پروانه‌های ثبت اختراعات:

شاخص‌های «دستورالعمل پروانه‌های ثبت اختراعات»، به عنوان شاخص‌هایی برای سنجش و ارزیابی برون‌داد نوآوری مورد توجه قرار می‌گیرد. از این شاخص‌ها، برای تحلیل علم، فن‌آوری و اقتصاد نیز استفاده می‌شود (۱۳).

سایر شاخص‌های «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»:

برای ارزیابی علم و فن‌آوری:

علاوه بر شاخص‌های فوق، «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، از شاخص‌های دیگری نیز برای ارزیابی علم و فن‌آوری استفاده می‌کند. این شاخص‌ها به شرح زیر است:

شاخص‌های کتاب سنجی:

از این شاخص‌ها، برای ارزیابی تولیدات علمی نمایه شده در نمایه‌های معتبر بین‌المللی استفاده می‌شود. این شاخص، به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های برون‌دادی محسوب می‌شود و بیانگر میزان موفقیت نیروی انسانی پژوهشگر هر کشور، در بهره‌برداری بهینه از هزینه‌هایی است که به این امر اختصاص یافته است. داده‌های مربوط به این شاخص‌ها، به طور عمده بر اساس آمارهای پایگاه‌های «مؤسسه‌ی اطلاعات علمی» به دست می‌آید (۴).

شاخص‌های طبقه‌بندی محصول و بخش‌های فن‌آوری

برتر:

از این شاخص‌ها، برای دسته‌بندی محصولات و بخش‌های فن‌آوری برتر استفاده می‌شود. شاخص‌های این قسمت، جزء

الف. شاخص‌های تحقیق و توسعه: هر چند شاخص‌های تحقیق و توسعه، جزء شاخص‌های درون‌دادی علم و فن‌آوری محسوب می‌شود، اما با توجه به پیوندی که بین این گروه از شاخص‌ها و شاخص‌های برون‌دادی علم و فن‌آوری، نظیر «تعداد تولیدات علمی» و «اختراعات ثبت شده» وجود دارد، می‌توان به تصویری واقعی‌تر از بازدهی علم و فن‌آوری هر کشور دست یافت (۶). به عنوان نمونه، «تعداد تولیدات علمی» و «اختراعات ثبت شده» نسبت به سرانه‌ی جمعیت عمومی و جمعیت کارکنان در بخش تحقیق و توسعه، برای ارزیابی «میزان تحقیقات (Research intensity)» در سطح بنگاهی و ملی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نقطه نظر کمی، می‌توان برون‌داد تحقیق و توسعه را از طریق دانش موجود در اکتشافات علمی منتشر شده و نوآوری‌های فن‌آوری و همچنین از طریق منابع اطلاعاتی که جزئیاتی از گزارش‌های تحقیقاتی و پروانه‌های ثبت اختراع را منتشر می‌کند، مورد ارزیابی قرار داد. اما باید در نظر داشت که اندازه‌گیری میزان دانشی که از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه، خلق و ایجاد می‌شود دشوار است (۶). تعیین اهمیت یا ارتباط فعالیت‌های تحقیق و توسعه در توسعه‌ی یک کشور، از طریق اندازه‌گیری و تحلیل انتشارات پژوهشی آن‌ها میسر است. یکی از شاخص‌های رایج در ارزیابی انتشارات پژوهشی که در پیوند با شاخص‌های کتاب‌سنجی مورد استفاده قرار می‌گیرد، میزان استنادی است که در درون حوزه‌های موضوعی مرتبط به آن اثر صورت می‌پذیرد. این بررسی، با استفاده از پایگاه‌های کتاب‌شناختی و تحلیل استنادی که برای مستندسازی مقاله‌های پژوهشی منتشر شده در نشریات داوری شده‌ی بین‌المللی وجود دارد، انجام می‌شود. «سهم یک کشور در انتشارات جهانی»، به عنوان شاخصی مفید برای ارزیابی توانمندی‌های پژوهشگران آن به شمار می‌رود و توان بالقوه‌ی هر کشور را برای گسترش آموزش و توسعه‌ی فنی اندازه‌گیری می‌کند (۶).

ب. شاخص‌های کتاب‌سنجی: تحلیل آماری انتشارات علمی، به طور معمول از طریق مطالعه‌ی تعداد برون‌داد علمی یک یا چند حوزه و اشاعه‌ی آن و همچنین با بررسی سهمی که

اشخاص حقیقی و حقوقی در این زمینه بر عهده داشته‌اند صورت می‌پذیرد. «شاخص‌های کتاب‌سنجی»، اغلب بر برون‌دادهای فعالیت تحقیقاتی دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی عمومی تمرکز دارد و می‌تواند نشان‌دهنده‌ی کمیت و کیفیت این نوع فعالیت‌ها باشد. به طور معمول، «شاخص‌های کتاب‌سنجی»، با استفاده از یک طرح شمارشی، انتشارات را بر اساس کشورها، منطقه‌ی جغرافیایی و همچنین بر مبنای بسیاری از مؤلفه‌های دیگر گروه‌بندی می‌کند. علاوه بر این، ممکن است در مطالعات کتاب‌سنجی، نشریات حوزه‌های علمی مختلف نیز مورد نظر قرار گیرد. «شاخص تخصص‌نسی (Research publications)»، «هم‌نویسندگی (Co authorship)»، «بهره‌وری علمی (Scientific Productivity)» و «شاخص‌های استنادمحور (Citation based Indicators)»، برخی از مهم‌ترین «شاخص‌های کتاب‌سنجی» است که بنا به توصیه‌ی «سازمان ملل متحد»، با ترکیب کردن آن‌ها می‌توان به تجزیه و تحلیل دقیق‌تر نتایج پرداخت (۶). «شاخص تخصص‌نسی» به سهم یک کشور در انتشارات جهانی در حوزه‌های علمی خاص نسبت به سهم آن در میان تمامی حوزه‌های علمی اشاره دارد؛ «هم‌نویسندگی»، همکاری چندین نویسنده از مناطق جغرافیایی مختلف را در یک انتشارات نشان می‌دهد؛ «بهره‌وری علمی» بهره‌وری سازمان‌های خاص را اندازه‌گیری می‌کند؛ و «شاخص‌های استنادمحور»، تعداد استنادها یا ارجاع‌هایی را که یک مقاله، در طول یک دوره‌ی زمانی معین، از دیگر مقاله‌ها دریافت کرده است نشان می‌دهد (۶).

ج. شاخص‌های مالکیت معنوی (Intellectual Property Indicators): اختراع تولید شده توسط یک نظام ملی علم و فن‌آوری، شاخصی کلی برای تعیین وضعیت برون‌داد فن‌آوری آن فراهم می‌سازد. تعداد اختراعات یک بخش که توسط یک یا چند شخص حقیقی یا حقوقی در یک رشته‌ی خاص به ثبت می‌رسد، برای تعیین میزان همکاری‌های شخصی یا سازمانی آن بخش یا رشته، شاخص سودمندی محسوب می‌شود. تعداد اختراعات ثبت شده در یک حوزه، تا اندازه‌ای به میزان (Intensity) نوآوری واقعی در درون آن

«یونسکو» تمرکز بر جمع‌آوری داده‌های درون‌دادی و برون‌دادی علم و فن‌آوری را در دستور کار خود قرار داده است. شاخص‌های مورد استفاده‌ی یونسکو برای سنجش و ارزیابی علم و فن‌آوری، با شاخص‌های «سازمان ملل متحد» که توسط «کمسیون اقتصادی و اجتماعی آسیای غربی» مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین با بسیاری از شاخص‌های «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» مطابقت دارد. «یونسکو» از داده‌های منابع انسانی و مالی علم و فن‌آوری، به عنوان شاخص‌های درون‌دادی و از تعداد انتشارات و پروانه‌های ثبت اختراعات، به عنوان شاخص‌های برون‌دادی نام می‌برد. بر اساس مطالعات «مؤسسه‌ی آمار یونسکو (UNESCO institute for statistics یا UIS)»، شاخص‌های برون‌دادی علم و فن‌آوری به گونه‌ای است که رأس هرم را به سمت کشورهای ثروتمند متمایل می‌سازد. بر این اساس، «مؤسسه‌ی آمار یونسکو» در کنار تدوین گزارش‌هایی از وضعیت علم و فن‌آوری کشورها، برنامه‌هایی را برای اندازه‌گیری تأثیر اجتماعی علم و فن‌آوری در کشورهای فقیرتر در دست مطالعه دارد (۱۸).

### بحث و نتیجه‌گیری

سنجش و ارزیابی توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری کشورها، دارای ابعادی به مراتب فراتر از آن بخش از سنجش و ارزیابی تولیدات علمی است که با استفاده از «شاخص‌های کتاب سنجی» انجام می‌شود (۱۹). در عین حال، «شاخص‌های کتاب سنجی» و «شاخص‌های علم سنجی»، از جایگاه حایز اهمیت و کلیدی در میان سایر شاخص‌های سنجش علم، فن‌آوری و نوآوری برخوردار است. با استفاده از «شاخص‌های کتاب سنجی» می‌توان به سنجش، ارزیابی و تجزیه و تحلیل تولیدات علمی پرداخت. در مقابل، با استفاده از «شاخص‌های علم سنجی»، علاوه بر سنجش و ارزیابی تولیدات علمی، می‌توان ابعاد دیگری از عوامل مؤثر بر توسعه‌ی علمی، نظیر هزینه‌کرد و نیروی انسانی علوم، فن‌آوری و نوآوری را در سطح ملی یا نگاهی مورد مطالعه قرار داد. این نکته‌ها، در دستورالعمل‌های

حوزه اشاره دارد. البته، استفاده از پروانه‌های ثبت اختراعات، به عنوان یک شاخص برون‌دادی تحقیق و توسعه، دارای ضعف‌هایی نیز هست، چرا که همه‌ی نوآوری‌ها به طور حتم به یک پروانه‌ی ثبت اختراع ختم نمی‌شود. علاوه بر این، علی‌رغم نوآورانه بودن برخی از پروانه‌های ثبت اختراعات، ارزش اقتصادی آن‌ها اندک است (۶).

در «دستورالعمل اسلو» نیز به این نکته اشاره شده است که چنانچه به پروانه‌های ثبت اختراعات، به عنوان شاخص‌های نوآوری نگریسته شود، نمی‌توان آن را به عنوان شاخص برون‌داد نوآوری به شمار آورد، بلکه باید آن را به منزله‌ی شاخصی برای خود نوآوری محسوب کرد (۶، ۷). باید توجه داشت که «شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراعات» نیز از ابعاد گوناگونی با «شاخص‌های کتاب سنجی» در ارتباط است. با برقراری پیوند میان این دو شاخص می‌توان به اطلاعات با ارزشی برای تحلیل‌های سیاسی، تجاری و اقتصادی دست یافت. در صورتی که این اطلاعات نیز با متغیرهای اجتماعی و اقتصادی ترکیب شود، باز هم امکان انجام تحلیل‌های بسیار ارزشمندتری فراهم می‌آید. به همین منظور، «کمسیون اقتصادی و اجتماعی آسیای غربی»، شاخص‌هایی را که به «شاخص‌های علم و فن‌آوری»، یا «شاخص‌های استنادی» شهرت دارد عرضه نموده است که ارتباط هر پروانه‌ی ثبت اختراع را با دانش قبلی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. موارد زیر، نمونه‌هایی از شاخص‌های ارتباطی علم و فن‌آوری آن «کمسیون» به شمار می‌رود (۱۸، ۶):

- پیوند فن‌آوری برای علم و فن‌آوری
  - استناد پروانه‌ی ثبت اختراع به پروانه‌های ثبت اختراع قبلی
  - هم‌رده‌ها (Co classifications)
  - شاخص‌هایی برای پیوند علم با فن‌آوری
  - استناد پروانه‌ی ثبت اختراع به مقالات علمی
  - انتشارات علمی مخترعان، یا بایگانی پروانه‌ی ثبت اختراع محققان.
- «یونسکو» و شاخص‌های ارزیابی علم و فن‌آوری:

اقتصاد» و «شاخص‌های جامعه‌ی اطلاعاتی»، جزء «شاخص‌های برون‌دادی علم، فن‌آوری و نوآوری» معرفی شده است. همچنین، با توجه به توصیه‌ی بیشتر دستورالعمل‌های بین‌المللی مورد مطالعه در این پژوهش، ضروری است تا اطلاعات مربوط به «شاخص‌های کتاب‌سنجی»، از طریق پایگاه‌های استنادی بین‌المللی، همچون پایگاه‌های استنادی «مؤسسه‌ی اطلاعات علمی» استخراج شود. علاوه بر این، با توجه به تأکید دستورالعمل‌های بین‌المللی مورد مطالعه، در مواردی که سنجش و ارزیابی همه جانبه‌ی توسعه‌ی علم، فن‌آوری و نوآوری کشورها مورد نظر باشد، استفاده‌ی ترکیبی از تمامی این شاخص‌های بین‌المللی ضروری است.

معتبرترین سازمان‌های بین‌المللی، نظیر «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»، «کمیسیون اقتصادی و اجتماعی غرب آسیا» و «یونسکو» مورد تأکید قرار گرفته است. بر این اساس، با پیوند بین انواع شاخص‌های ارایه شده در این دستورالعمل‌ها، می‌توان به ارزیابی واقعی‌تر علم، فن‌آوری و نوآوری کشورها پرداخت. در بیشتر این دستورالعمل‌ها، «شاخص‌های تحقیق و توسعه» و «شاخص‌های نیروی انسانی، علم و فن‌آوری»، جزء «شاخص‌های درون‌دادی علم، فن‌آوری و نوآوری» و «شاخص‌های کتاب‌سنجی»، «شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراعات»، «شاخص‌های مالکیت معنوی»، «شاخص‌های موازنه‌ی قراردادهای فن‌آوری»، «شاخص‌های جهانی شدن

## References

- Hassanzadeh M, Nourmohammadi H, Noroozichakoli A. Organization of Science in Iran: a Holistic Review. Proceedings of the 4<sup>th</sup> international conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics of WIS 2008 & Ninth COLLNET Meeting; Editor. kretschmer H, Havenmen F. 2008 Oct 17; Humboldt- University Berlin, England; 2008.
- Impact Factor in Institute for Scientific Information (ISI): Quality and Quantity of Scientific Publications. Proceedings of the 4<sup>th</sup> international conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics of WIS 2008 & Ninth COLLNET Meeting; Editor. kretschmer H, Havenmen F. 2008 Oct 17; Humboldt- University Berlin, England; 2008.
- ASEAN. Science and Technology Indicators in ASEAN [Online]. 2004; Available from: URL: <http://www.astnet.org/index.phpname=Main&file=content&cid=48/>
- Yoshiko O. Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems, Methods and Examples [Online]. 1997; Available from: URL: <http://ideas.repec.org/p/oec/stiaaa/1997-1-en.html/>
- Beck MT. Editorial statement. Scientometrics 1978; 1(1): 1-2.
- Economic and Social Commission for Western ASIA. New Indicators for Science, Technology and Innovation In the Knowledge- Based Society. New York: United Nations; 2003.
- OECD. Main science and technology indicators (MSTI): List of indicators- electronic edition [Online]. 2005; Available from: URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/51/56/>
- OECD. Frascati manual for R&D assessment .Trans. Niksiar F. Tehran: National Institute for Science Policy; 2005.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. The Measurement of scientific and technological activities: proposed standard practice for surveys on research and experimental development: Frascati manual 2002. Paris: OECD Publishing; 2002.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3<sup>rd</sup> ed. Paris: OECD Publishing; 2005.
- OECD. Canberra Manual: The Measurement of Human Resources Devoted to Science and Technology [Online]. 1995; Available from: URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/34/0/2096025/>
- OECD -Organisation for Economic Co-operation and Development. Measurement of Scientific and Technological Activities Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data- TBP Manual. In: OECD, Editor. The Measurement of Scientific and Technological Activities Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual. Paris: OECD Publishing; 1997.



13. Organisation for Economic Co-operation and Development. Using patent data as science and technology indicators: patent manual 1994. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development; 1994.
14. Hatzichronoglou T. Revision of the high-technology sector and product classification. Paris: OECD; 1997.
15. OECD handbook on economic globalisation indicators. Paris: OECD Publishing; 2005.
16. OECD. A Guide for Information Society Measurements and Analysis. In: OECD-Organisation for Economic Co-operation and Development, Editor. The Measurement of Scientific and Technological Activities Oslo Manual. Paris: OECD Publishing; 2005.
17. OECD. Classifying education program's: manual for ISCED -97 implementation in OECD countries [Online]. 1999; Available from: URL: [www.oecd.org/](http://www.oecd.org/)
18. Vonortas N. Science, Technology, and Innovation Indicators. In: United Nations. Economic and Social Commission for Western Asia, Editor. New indicators for science, technology and innovation in the knowledge-based society. New York: United Nations; 2003.
19. Evaluation of Iran Scientific Productions based on ISI Statistics through 2006-2007. Proceedings of the 4<sup>th</sup> international conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics of WIS 2008 & Ninth COLLNET Meeting; Editor. kretschmer H, Havenmen F. 2008 Oct 17; Humboldt- University Berlin, England; 2008.



## Science, Technology and Innovation Growth; A Scientometrics Approach\*

*Abdolreza Noroozi Chakoli, PhD<sup>1</sup>; Mohammad Hassanzadeh, PhD<sup>2</sup>*

### Abstract

Review of studies indicates that development endeavors in science, technology and innovation (STI) arenas are counted as main accelerators of economic growth and social welfare. For that, governments and international organizations increasingly see the evaluation of science, technology and innovation as an important agenda for their policy and action.

This article goes to employ document study method to recognize the role of scientometrics indicators in international STI manuals. Furthermore, conduct a comparison study to identify similarities and differences of three international set of indicators is used by Institute for Scientific Information (ISI), Oslo and Frascati Manuals of STI assessment.

Findings indicates that in all of aforementioned manuals bibliometric indicators have an important role to play. Discussions of such findings here in this article help Library and information science experts conduct more deep studies at this respect.

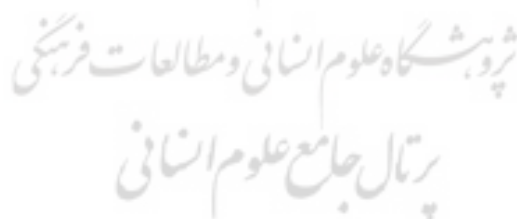
**Keywords:** Educational Measurement; Technology; Indicators; Innovations; Development.

**Type of article:** Review Article

*Received: 9 Apr, 2008*

*Accepted: 27 Aug, 2009*

**Citation:** Noroozi Chakoli A, Hassanzadeh M. **Science, Technology and Innovation Growth: A Scientometrics Approach.** Health Information Management 2011; 7(4): 484.



\* This article resulted from the Conference of Scientometrics in Isfahan University of Medical Sciences in 2007 with the Cooperation of Health Information Research Center.

1. Assistant Professor, Library and Information Sciences, Shahed University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)  
Email: noroozi@shahed.ac.ir

2. Assistant Professor, Library and Information Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.