مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران؛ ۱۳۹۳، دوره ۱۰، شماره ٤: صفحات۸۸-۷۸.

مقاله مروری

علم‌سنجی: مروری بر مفاهیم، کاربردها و شاخص‌ها

کامران یزدانی[۱]، سحرناز نجات[۲]، آفرین رحیمی‌موقر[۳]، لیلا قالیچی[٤]، ملاحت خلیلی[٥]

[۱] استادیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

[۲] دانشیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، مرکز بهره‌برداری از دانش سلامت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

[۳] دانشیار روانپزشکی، مرکز ملی مطالعات اعتیاد، پژوهشکده کاهش رفتارهای پرخطر، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

[۴] استادیار مرکز ملی مطالعات اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

[۵] کارشناس ارشد اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

نویسنده رابط: ملاحت خلیلی، نشانی: تهران خیابان قدس، خیابان پورسینا، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت،گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، تماس: ۰۱۳۳۳۵۳۵۱۱۶

پست الکترونیک: m.khalili@razi.tums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۳؛ پذیرش: ۹۳/۵/۴

مقدمه و اهداف: در عصر حاضر به دلیل رشد روزافزون دانش و افزایش رقابت در آن، ارزیابی محصولات علمی با استفاده از روش‌های علم‌سنجی، تبدیل به موضوعی بسیار مهم و ضروری شده است. علم‌سنجی به تعبیری ساده، دانش اندازه‌گیری علم است. شاخص‌های علم‌سنجی سه دسته هستند: معیارهای بهره‌وری که بهره‌وری پژوهشگر یا گروه پژوهشی را اندازگیری می‌کند، معیارهای تأثیر که کیفیت (یا عملکرد) مجلات، پژوهشگران یا گروه پژوهشی را می‌سنجد و معیارهای ترکیبی که هدف این دسته از شاخص‌ها خلاصه کردن هر دو معیار بهره‌وری و تأثیر در یک عدد است. مطالعه‌های علم‌سنجی با ارزیابی اولویت‌ها، چشم‌اندازها و ظرفیت‌ها، به سیاست‌گذاران و مدیران دانشگاه‌ها و رؤسای مراکز پژوهشی در تخصیص بودجه، توازن بودجه با هزینه، انتصابات، ارتقای پژوهشگران و مؤسسات کمک نموده و منجر به شناخت بهتر نقاط قوت و ضعف مجموعه‌های تحت پوششان می‌شود. ضمن این‌که این دانش نوین می‌تواند کمک به ارزیابی و رتبه‌بندی اصولی دانشگاه‌ها ومراکز پژوهشی نماید. از این رو این مقاله، مروری بر مفاهیم علم‌سنجی و کاربردهای آن دارد و به بررسی شاخص‌های علم‌سنجی می‌پردازد.

واژگان کلیدی: علم‌سنجی، شاخص‌های علم‌سنجی، کاربردهای علم‌سنجی

مقدمه

ارزیابی محصولات علمی دانشگاه‌ها، گروه‌ها و سازمان‌های پژوهشی موضوع جدیدی نیست و با پیشرفت دانش و تولید روز افزون علم و افزایش رقابت در این زمینه، تبدیل به یکی از موضوع‌های چالش برانگیز و ضرورتی انکارناپذیر شده است (۱). یکی از رایج‌ترین راه‌ها برای ارزیابی محصولات علمی، استفاده از روش‌های علم‌سنجی[۱] است. علم‌سنجی به تعبیری ساده عبارت است از دانش اندازه‌گیری علم که همه روش‌ها و مدل‌های کمی مرتبط با تولید و انتشار دانش و فن‌آوری را شامل می‌شود. علم‌سنجی ارزیابی کمی و مقایسه‌ای در رابطه با پیشرفت دانش بر روی پژوهشگران، گروه‌ها، مؤسسات و کشورها انجام می‌دهد (۱) و با آنالیز جنبه‌های کمی تولیدات علمی و کاربرد این اطلاعات، کمک به درک درستی از ساخت‌کارهای پژوهش‌های علمی می‌کند (۲).

در سال ۱۹۶۹، نالیمف[۲] و مولچنکو[۳] واژه Naukometriya که معادل روسی اصطلاح علم‌سنجی است را ابداع کردند، که به‌طور عمده برای مطالعه مقالات علمی و تکنولوژی استفاده می‌شد. با تأسیس مجله Scientometrics در سال ۱۹۷۸میلادی در مجارستان توسط تیبور براون[٤]، این اصطلاح به‌طورگسترده معرفی شد (۳).

در طی این سال‌ها، تعاریف مختلفی برای علم‌سنجی ارایه شده است. تاگوئه سوتلیف[٥] در سال ۱۹۹۲ میلادی، علم‌سنجی را مطالعه جنبه‌های کمی علم، به عنوان رشته‌های علمی یا فعالیت‌های اقتصادی، تعریف کرده است. وی اعتقاد دارد علم‌سنجی بخشی از جامعه‌شناسی علم[٦] است و در سیاست‌گذاری

[۱] Scientometrics

[۲] Nalimov

[۳] Mulchenko

[٤] Tibor Braun

[٥] Tague-Sutcliffe

[٦] Sociology of science

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

کاربرد دارد. ضمن این‌که با کتاب‌سنجی تا حدی هم‌پوشانی دارد (۳). ون ران[۱] در سال ۱۹۹۷ میلادی، پژوهش‌های علم‌سنجی را مطالعات کمی در علم و تکنولوژی عنوان نمود (۴). در سال ۲۰۰۱ میلادی، ویلسون[۲] عنوان کرد که علم‌سنجی همه جنبه‌های کمی علم و ارتباطات در علم را در بر می‌گیرد (۳).

استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی برای ارزیابی پژوهش، در دهه‌ی ۶۰ و ۷۰ قرن بیستم، ابتدا در آمریکا و سپس در کشورهای مختلف اروپایی شروع به پیدایش کرد (۵). در سال ۱۹۶۱ میلادی، یوجین گارفیلد[۳] شاخص استناد علمی (SCI)[۴] را بنا نهاد (۲و ۶-۵). این شاخص، نقطه عطفی برای پژوهشگران و مدیران در سراسر جهان بود، چون این شاخص در مطالعه‌هایی که در حیطه‌ی توسعه علم صورت می‌گیرد، به عنوان ابزاری برای ارزیابی کمی فعالیت‌های پژوهشی پذیرفته شد (۲).

با گذشت زمان علم‌سنجی به عنوان ابزاری مهم برای ارزیابی فعالیت‌های پژوهشی و برون‌دادهای علمی جایگاه مطلوبی کسب کرده است (۷) و در حال تبدیل شدن به ابزاری قدرتمند در سیاست علم[۵] می‌باشد (۸).

امروزه علم‌سنجی در توصیف، تبیین و پیش‌بینی وضعیت علمی پژوهشگران، گروه‌های آموزشی و پژوهشی، دانشگاه‌ها، سازمان‌ها و کشورها در عرصه‌های گوناگون ملی، بین‌المللی کاربردهای فراوان یافته است. هم‌چنین برای ارزیابی و رتبه‌بندی سازمان‌های پژوهشی و دانشگاه‌ها نیز شاخص‌های علم‌سنجی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۱-۹) علاوه بر این علم‌سنجی از طریق ارزیابی اولویت‌ها، چشم‌اندازها و ظرفیت‌ها، در تخصیص بودجه، توازن بودجه با هزینه و ارتقای مؤسسات دارای نقش مهمی است (۸). هم‌چنین این مطالعه‌ها شواهد مهمی از نتایج و اثرات برنامه‌های پژوهشی برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان فراهم می‌آورند (۶،۱۲).

در این راستا برای انجام مطالعه‌های علم‌سنجی مقیاس‌ها و تکنیک‌های زیادی ارایه شد (۶،۱۳). ضمن این‌که پایگاه‌های اطلاعاتی علمی مانند ISI Web of Science، اسکوپوس[۶] و گوگل اسکولار[۷] نیز به وجود آمدند و اطلاعات جامعی در مورد تعداد مقالات منتشرشده و استنادات به مقالات را ایجاد کردند. بخش عمده شاخص‌های علم‌سنجی، برای بررسی کمیت تولیدات علمی مانند تعداد کل مقالات، تعداد مقالات منتشرشده در یک بازه زمانی، توسعه یافت. برای بررسی تأثیر محصولات علمی منتشر شده نیز تعداد کل استنادات، نسبت استنادات به مقالات و مقالات پراستناد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۳). نتیجه‌ی این آنالیزها می‌توانند سیر تحول محصولات علمی را در دوره‌ی طولانی از زمان نشان دهند. هم‌چنین می‌توانند مقایسه‌های کمی در زیرگروه‌ها یا با گروه‌های مختلف در هر جایی از جهان را انجام دهند (۶).

از طرفی، تأسیس پایگاه‌های اطلاعاتی سبب توسعه شاخص‌های جدید و قوی‌تر علم‌سنجی شد (۱۳). یکی از جدیدترین و قوی‌ترین این شاخص‌ها h index است. تعداد استنادات و تعداد مقالات در برگیرنده اطلاعات مفیدی هستند. این اطلاعات تعداد مقالات (N_p) منتشر شده در n سال و تعداد استنادات ($N_{i\varepsilon}$) به هر مقاله (j) در مجله‌ای که مقاله در آن منتشر شده بود؛ را در بر می‌گیرند. این حجم زیاد اطلاعات با معیارهای مختلف، توسط افراد مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. هیرش[۸] در سال ۲۰۰۵ میلادی، h-index را به عنوان روشی ساده و مفید برای توصیف برون‌داد علمی پژوهشگران پیشنهاد داد (۱۴).

این شاخص، توجه ویژه‌ای به خود جلب کرد و نویسندگان بسیاری نیز تلاش برای توسعه این شاخص و برطرف کردن ضعف‌های اصلی آن کردند (۱۳). شاخص‌های مهمی مثل g index، A index، hg index، R index از جمله شاخص‌هایی هستند که در راستای برطرف کردن ضعف‌های شاخص h معرفی شدند.

هم‌گام با روند رو به رشد تولیدات علمی در حوزه علوم پزشکی، سنجش و ارزیابی تولیدات علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی و مراکز پژوهشی وابسته با استفاده از شاخص‌های معتبر علم‌سنجی ضروری به نظر می‌رسد. در ایران، ارزیابی فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی علوم پزشکی از سال ۱۳۷۹ به طور سالیانه زیر نظر معاونت تحقیقات و فناوری وزارت بهداشت صورت گرفته است. تولید دانش که بخش عمده آن انتشار مقالات است؛

---

۱ Van Raan
۲ Wilson
۳ Eugen Garfield
۴ Science Citation Index; SCI
۵ Science Policy
۶ Scopus
۷ Google scholar
۸ Hirsch

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

از مهم‌ترین محورهای این ارزیابی محسوب می‌شود (۱۵). براساس اهداف این ارزشیابی، محصولات علمی تنها با شاخص‌های تعداد مقالات و تعداد استنادات مورد بررسی قرار می‌گیرند و شاخص‌های نوین و مهم علم‌سنجی برای ارزیابی و رتبه‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

از طرفی در کشورمان عمده مطالعه‌های علم‌سنجی صورت گرفته در حوزه علوم پزشکی، به بررسی تولیدات علمی و روند رشد آن در دانشگاه‌ها، گروه‌های علمی و پژوهشی و هم‌چنین مجلات حوزه علوم پزشکی پرداخته‌اند که در آن‌ها به‌طور عمده از شاخص‌های کمی و کیفی علم‌سنجی هم‌چون تعداد مقالات، روند رشد مقالات، تعداد استنادات، خوداستنادی، تعداد نویسندگان برتر، تعداد مقالات منتشر شده در مجلات برتراستفاده شده است. در پاره‌ای از موارد نیز h index مورد استفاده قرار گرفت. شاخص‌های علم‌سنجی نوینی که در راستای h index ارایه شده است، در مطالعه‌های صورت گرفته شده در ایران مورد استفاده قرار نگرفته است (۱۸-۱۶).

از این رو، هدف از این مقاله مروری، معرفی علم‌سنجی و کاربردهای آن است. ضمن این‌که تعدادی از شاخص‌های پرکاربردی که در این زمینه وجود دارد؛ نیز معرفی می‌شود تا سیاست‌گذاران، مدیران و پژوهشگران در حیطه علوم پزشکی با اهمیت، کاربردهای علم‌سنجی و هم‌چنین شاخص‌های نوین و کارآمد این علم آشنا شده و در ارزیابی‌ها و مطالعات خود روی محصولات علمی دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و پژوهشگران و هم‌چنین رتبه‌بندی آن‌ها ترکیبی از شاخص‌ها علم‌سنجی استفاده نمایند.

با توجه به این‌که در سال‌های اخیر، شاخص‌های علم‌سنجی متعددی معرفی شده است، جستجوی علمی گسترده‌ای روی این شاخص‌های نوین و کاربرد آن‌ها در پایگاه‌های اطلاعاتی گوگل اسکولار، اسکوپوس و ISI Web of Science صورت گرفت که به معرفی تعدادی از شاخص‌های مهم علم‌سنجی خواهیم پرداخت.

دسته‌بندی شاخص‌های علم‌سنجی

شاخص‌های علم‌سنجی به شکل‌های مختلف دسته‌بندی شدند، یکی از این دسته‌بندی‌ها توسط فرانچست[۱] در سال ۲۰۰۹ میلادی ارایه شد. وی معیارهای علم‌سنجی مورد استفاده برای بررسی عملکرد علمی پژوهشگران و مؤسسات را به شرح زیر طبقه‌بندی کرد (۱۹):

- **معیارهای بهره‌وری**[۲]: که بهره‌وری پژوهشگر و/یا گروه پژوهشی را اندازه‌گیری می‌کند، شامل تعداد مقالات، تعداد مقاله نسبت به سابقه پژوهشی، نسبت تعداد مقاله به تعداد پژوهشگر، تعداد انتشارات درمجلات برتر و سایر شاخص‌هایی که در این دسته قرار می‌گیرند.
- **معیارهای تأثیر**[۳]: این معیارها کیفیت (عملکرد) مجلات، پژوهشگران یا گروه پژوهشی را می‌سنجد، شامل تعداد استنادات، نسبت تعداد استنادات به تعداد سال‌هایی که از انتشار مقاله می‌گذرد، نسبت تعداد استنادات به تعداد مقالات می‌باشد.
- **معیارهای ترکیبی**[۴]: هدف این شاخص‌ها خلاصه کردن هر دو معیار بهره‌وری و تأثیر در یک عدد است که می‌توان به نسبت استنادات به مقالات، h index، m quotient، g index و شاخص h فردی[۵] اشاره کرد (۱۹،۲۰).

شاخص‌های پرکاربرد در حیطه علم‌سنجی

۱. تعداد مقالات(N_p) و تعداد استنادات($N_{c,tot}$): انتشار مقالات در مجلات علمی، ویژگی اصلی کار علمی محسوب می‌شود و شمارش این انتشارات، برای تعیین حجم برون‌دادهای پژوهشی، شاخص بسیار مفیدی است (۶). این شاخص بهره‌وری[۶] پژوهشگر یا گروه‌های پژوهشی را می‌سنجد (۲۰،۱۴) و به طور گسترده در ارزشیابی‌ها استفاده می‌شود، اما شمار مقالات در مورد کیفیت برون‌دادها اطلاعاتی نمی‌دهد (۶)، و اهمیت یا تأثیر مقالات را مورد سنجش قرار نمی‌دهد (۱۴).

در حالی که شمارش تعداد انتشارات، برون‌داد را اندازه‌گیری می‌کند، شمارش استنادات یک گام فراتر رفته و برای سنجش تأثیر مقالات، مجلات، پژوهشگران در مجامع علمی استفاده می‌شود (۲۱،۶) تعداد بیشتر استنادها، نشان‌گر برجسته‌تر بودن مقاله است(۲۰)، اما از آن‌جا که ممکن است تعدادی از مقالات، استنادات بیشتری دریافت کنند، منجر به بزرگ شدن تعداد کل استنادات می‌شوند، ضمن این‌که یافتن تعداد کل استنادات دشوار است (۱۴).

۲. نسبت استنادات به مقالات (نسبت $N_{c,tot}$ به N_p): این شاخص امکان مقایسه سازمان‌ها و پژوهشگران با سوابق پژوهشی مختلف را فراهم می‌کند، اما از آن‌جایی که یافتن کل استنادات

[۱] Franceschet

[۲] Productivity Metrics
[۳] Impact Metrics
[۴] Hybrid Metrics
[۵] Individual H-Index
[۶] Productivity

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

دشوار است، محاسبه این شاخص نیز دشوار می‌شود. ضمن این‌که سبب تعدیل بهره‌وری پایین و بالا می‌شود (۱۴).

۳. ضریب تأثیر[۱]: این شاخص نخستین بار به وسیله دکتر یوجین گارفیلد در دهه ۱۹۶۰ میلادی به مؤسسه اطلاعات علمی (ISI) آمریکا ارایه شد. شاخصی کمی است که برای ارزیابی، مقایسه و رتبه‌بندی نشریات علمی در رشته‌های مختلف در سطح ملی یا بین‌المللی، به کار گرفته می‌شود. این شاخص نشان‌دهنده فراوانی استنادهایی است که در طول یک دوره زمانی مشخص به مقالات چاپ شده در یک نشریه داده می‌شود، که از تقسیم تعداد استنادات در سال جاری بر مقالات منتشر شده در همان مجله در طی ۲ سال اخیر، محاسبه می‌شود (۲۲). ضریب تأثیر منعکس کننده وضعیت مجلات است، فرض این نکته که تمامی مقالات موجود در یک مجله از کیفیت مشابهی برخوردار هستند؛ بسیار اشتباه است. ضمن این‌که خود استنادی از سوی نویسندگان مقاله‌ها و سردبیران مجله، بر افزایش ضریب تأثیر مجله مؤثر است (۲۳).

۴. h-index: این شاخص برای ارزیابی کیفیت و نفوذ تولیدهای علمی یک محقق ایجاد شده است. از زمانی که این شاخص معرفی شد، مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است (۲۴). عدد h از ترکیب داده‌های انتشارات و استنادات ایجاد شد (۲۵) و این‌گونه تعریف می‌شود: «در صورتی شاخص دانشمندی h است که h تا از N_p مقاله‌اش حداقل h استناد داشته باشد و بقیه مقالات ($h-N_p$) هر یک $\leq h$ استناد داشته باشند» (۱۴).

این شاخص، مزیت‌های فراوانی از جمله ترکیبی بودن، سادگی محاسبه، دریافت سریع معنی آن را دارد (۲۴). هیرش می‌گوید که دو فردی که h index مشابه دارند، حتی اگر کل تعداد استنادات و کل تعداد مقالات آن‌ها متفاوت باشد، تأثیر علمی کلی آن‌ها مشابه است. برای هر فرد، انتظار می‌رود که عدد h، به طور خطی افزایش یابد (۱۴). محاسبه این شاخص برای سازمان‌های پژوهشی نیز پیشنهاد شده است (۲۶).

از معایب h index، می‌توان به حساس نبودن آن نسبت به مقالاتی که مورد استناد قرار نگرفته‌اند یا تعداد استنادات آن‌ها کم است، هم‌چنین زمانی که یک یا چندین مقاله پر استناد می‌باشد، اشاره نمود. حتی اگر تعداد استنادهای مقاله‌ای ۳-۲ برابر یا حتی بیش‌تر شود، متعاقب آن h-index تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (۲۵). در واقع h-index، از استنادهای بیش‌تر از h چشم‌پوشی می‌کند (۲۶).

[۱] Impact Factor

از دیگر ضعف های آن می‌توان به از دست دادن اطلاعات و دقت پایین آن اشاره نمود که اولی مربوط به این است که علاوه بر h^2 استناد برای مقالات در هسته h[۲]، استنادهای اضافی در نظر گرفته نمی‌شوند. از این رو معمول است که گروهی از پژوهشگران امتیاز h مشابه داشته باشند (۲۷)، ضمن این‌که این شاخص به طور کامل وابسته به کل تعداد مقالات (N_p) نیست، چون می‌تواند به‌وسیله کل تعداد استنادات و مقالات پراستناد، تقویت شود (۲۸). ضمن این‌که مقادیر h index نسبت به حیطه‌ی پژوهشی بسیار حساس است (۲۹).

۵. g-index: در سال ۲۰۰۶ میلادی، اگه[۳]، g index را برای بهبود شاخص h هیرش، برای سنجش استنادهای مجموعه‌ای از مقالات معرفی کرد و این گونه تعریف نمود «شاخص g یک محقق عبارت است از g تعداد از مقالات وی که مجموع استنادات به مقالات کوچکتر مساوی g، تقریباً مساوی g^2 باشد» (۲۵) index g مانند h index، تنها مقالات با حداقل کیفیت را می‌شمرد. g index بالاتر به معنای مقالات بهتر است. برخلاف h index، g index با افزایش تعداد استنادات بیش از حد آستانه، افزایش می‌یابد (۲۶).

چگونگی محاسبه شاخص g بدین صورت است که ابتدا تمام مقالات را با توجه به تعداد استنادات نزولی مرتب کرده و سپس استنادات را با هم جمع کرده تا جایی که مقاله gام، g^2 استناد داشته داشته باشد. در این شاخص بر خلاف شاخص h، به مقالاتی که بیشتر مورد استناد قرار می‌گیرند وزن بیش‌تری داده می‌شود. شاخص g، مانند شاخص h، شاخص ساده‌ای است، که از دو جزء مقالات و استنادات تشکیل شده است (۲۵). g-index نه تنها مقالات بالاتر از آستانه کیفیت را مورد شمارش قرار می‌دهد، بلکه به مقالات با کیفیت‌تر وزن بیش‌تری می‌دهد (۲۶). ضعف اصلی این شاخص این است که می‌تواند تحت تأثیر مقالات بسیار موفق و پر استناد قرار گیرد (۳۰).

۶. hg-index: این شاخص توسط آلونسو[۴] و همکاران معرفی شد که شاخصی تلفیقی براساس هر دو شاخص h و g است، که باعث می‌شود مزایای این دو شاخص را بالا برده و معایب‌شان را به حداقل برساند. شاخص hg براساس میانگین هندسی شاخص‌های h و g محاسبه می‌شود:

[۲] h-core
[۳] Egghe
[۴] Alonso

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

$$hg = \sqrt{h \times g}$$

بـــدیهی اســـت کـــه $h \le hg \le g$ و $hg - h \le g - hg$ می‌باشد. مقدار شاخص hg به مقدار h، نسبت به g نزدیک‌تر است (۳۰). فرانسچینی اعتقاد دارد با توجه به این‌که شاخص‌های h و g هردو جزء شاخص‌های ترتیبی[۱] هستند که فاصله بین آن‌ها برابر هم نیست، پس محاسبه شاخص hg جایز نیست (۱).

۷. A-index: این شاخص که توسط جین ارایه شد، مکمل g indexاست و در راستای این واقعیت است کـه h index، دقیقاً تمام استنادات مقالات هسته h را در بر نمی‌گیرد. این شـاخص بـه سادگی به عنوان متوسط تعداد استنادهای دریافت شده در هسـته h تعریف می‌شود. برای محاسبه ایـن شـاخص مقـالات بـر حسـب تعداد استنادات (cit_j) به‌طور نزولی مرتـب مـی‌شـوند و بـا فرمـول $A = \frac{1}{h}\sum_{j=1}^{h} cit$ محاسبه می‌شـود. مقـدار A index، $h \le A$ اسـت. تقسیم مجموع استنادات هسته h به شاخص h ، مـی‌توانـد منجـر می‌شود که نویسنده‌ای با شاخص h بالاتر، نسبت به نویسنده‌ای که شاخص h کم‌تری دارد، A index کم‌تری داشته باشد (۳۱).

۸. R- and AR-indices: براساس شاخص h و هم‌چنین بـرای رفع مشکل A index، جین[۲] و همکـاران شـاخص‌هـای R و AR را معرفـی کردنـد. شـاخص R تـراکم اسـتنادهای هسـته h را انـدازه می‌گیرد، در حالی که AR یک گام فراتر بر می‌دارد و سن انتشارات را نیز در محاسبه وارد می‌کند، در واقع برای محاسبه شاخص AR، علاوه بر داده‌های لازم برای محاسبه h-index، سـن انتشـارات در هسته h نیاز است (۳۱).

بـا گـرفتن ریشـه دوم مجمـوع اسـتنادها، هسـته h، R index محاسبه می‌شود:

$$AR = \sqrt{\sum_{j=1}^{h} \overline{cit_j}}$$

که در واقع $R = \sqrt{A.h}$ است (که منظور از A، A index اسـت) و $h \le R$ می‌باشد. اگر a_j نشان‌دهنده‌ی سن مقالـه j باشـد، جـین و همکاران R index وابسته به سن را معرفی نمودند که با AR نشان داده می‌شود:

$$AR = \sqrt{\sum_{j=1}^{h} \frac{\overline{cit_j}}{\overline{a_j}}}$$

جین پیشنهاد کرد که h-index به همراه R index و AR index شاخص‌های بسیار مفیدی برای ارزیابی عملکرد علمی پژوهشگران هستند. ضمن این‌که دو شاخص R و AR نیـز هـم‌چـون g index تحت تأثیر مقالات پراستناد قرار می‌گیرند (۳۱).

۹. e-index: ژانگ[۳] در سال ۲۰۰۹ میلادی عنوان کرد که بـرای ارزیـابی عملکـرد علمـی پژوهشـگران، بـا اسـتفاده از اسـتنادات پایگاه‌های اطلاعاتی بزرگ، از شاخص h استفاده می‌شـود، اگرچـه این شاخص مؤثر و ساده است، اما برای مقایسه محصـولات علمـی پژوهشگران مختلف با یکدیگر محدودیت‌ها و ضـعف‌هـایی دارد. از ضعف‌های آن می‌توان به از دست دادن اطلاعات و دقت پـایین آن اشاره نمود، که اولی مربوط به این است کـه عـلاوه بـر h^2 اسـتناد برای مقالات در h-core، استنادات اضافی در نظر گرفته نمی‌شوند.

ضمن این‌که گفته می‌شود h-index رزولوشن پایینی دارد، چون مقادیر h-index، اعداد طبیعی است که نسبت بـه اعـداد حقیقـی قدرت پایین‌تری دارد، هم‌چنین مقادیر این شاخص طیف بـاریکی دارد، به عنوان مثال در تمام رشـته‌هـا افـرادی بـا h-index بـالای ۱۰۰ نادر هسـتند و از ایـن رو تشـابه h-index بـین نویسـندگان کاملاً متداول است (۲۷).

برای رفع این دو ضعف h-index، ژانگ در سال ۲۰۰۹ میلادی، e-index را معرفـی نمـود، کـه مـی‌توانـد شـاخص‌هـای مـازاد را دربرگیـرد و مکمـل h-index باشـد. بـه‌طـوری کـه e^2 عـلاوه بـر h^2استناد برای مقالات هسته h ، نماینـده اسـتنادات مـازاد[۴] نیـز می‌باشد. بـرای ارزیـابی پژوهشـگرانی کـه بـه‌طـور بـالایی اسـتناد یافته‌اند و/یـا بـرای مقایسـه دقیـق محصـولات علمـی گروهـی از پژوهشگران که شاخص h یکسانی دارند، شاخص e، مکملـی بـرای شاخص h است (۲۷).

e-index این گونه تعریف می‌شود: استنادات مازاد دریافت شده توسط همه مقالات در هسته h، که با e^2 نشان داده می‌شود.

$$e^2 = \sum_{j=1}^{h} (cit_j - h) = \sum_{j=1}^{h} cit_j - h^2$$

در این فرمول cit_j استنادات دریافت شده به‌وسیله j^{th} مقاله و e^2 استنادات مازاد را نشان می‌دهد (۲۷)؛

---

[۱] Ordinal
[۲] Jin
[۳] Zhang
[۴] Excess citations

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

$$d^2 = \sum_{j=1}^{h} cit_j \qquad d^2 = h^2 + e^2$$

که:

$$e = \sqrt{d^2 - h^2}$$

۱۰. شاخص تأثیر[۱]: شاخصی مکمل با h index است که توسط مولیناری[۲] ارائه شد. روشی جالب برای مقایسه محصولات علمی گروه‌های بزرگ (مراکز تحقیقاتی، آزمایشگاه‌ها، دانشگاه‌ها یا مجلات) است. شاخص تأثیر با تقسیم h بر فاکتوری (*m*) از تعداد مقالات منتشرشده (α)، محاسبه می‌شود.

$i = h / \alpha^m$

این فرمول تعداد مقالات با تأثیر بالای سازمان را در رابطه با همه مقالات منتشر شده در همان سازمان نشان می‌دهد (۳۲). مولیناری، ۰/۴ را به عنوان توان یا master curve (m) در نظر گرفت. این منحنی رابطه بین تعداد انتشارات و h-index را نشان می‌دهد، در واقع نشان دهنده روند رشد استنادات و h index در رابطه با تعداد مقالات است (۱۱،۳۲).

۱۱. سایر شاخص‌های مبتنی بر h: در ادامه به اختصار به سایر شاخص‌هایی که در راستای اهداف شاخص h و برای برطرف کردن ضعف‌های آن معرفی شدند اشاره می‌شود:

الف) h_{GROUP}: یا امتیاز h گروه پژوهشی، به مقدار h یک گروه پژوهشی در رابطه با انتشاراتش گفته می‌شود. طبق تعریف امتیاز h گروه پژوهشی h_{GROUP} است اگر h_{GROUP} انتشارات گروه پژوهشگران، هر یک حداقل h_{GROUP} استناد داشته باشد و سایر انتشاراتش $\leq h_{GROUP}$ استناد داشته باشند. h_{GROUP} تأثیر گروه پژوهشی و تأثیر کلی انتشارات هر گروه بر جامعه علمی را نشان می‌دهد (۱).

ب) h index (h_2) پی در پی گروه[۳]: اندازه تولید کننده‌ترین بخش پژوهشگران در هر گروه پژوهشی می‌باشد. یک گروه پژوهشی امتیاز h_2 دارد اگر h_2 عضو با h index حداقل h_2 داشته باشد (۱).

پ) h (2) index: این شاخص در سال ۲۰۰۶ میلادی توسط کسمولوسکی[۴] مطرح شد. شاخص h (2) نویسنده، به عنوان بالاترین مقداری که (۲) h مقاله پر استنادش حداقل $[h(2)]^2$ استناد دریافت نموده باشد، تعریف می‌شود (۳۳).

کاهش تعداد مقالات در نمونه مورد نظر و کاهش زمان لازم برای بررسی نویسندگان از نظر تشابهات اسمی و وجود اسامی مختلف، مزیت این شاخص نسبت به h-index می‌باشد. قابل مقایسه نبودن شاخص‌های پژوهشگرانی که در رشته‌های مختلف فعالیت می‌کنند و در سنین متفاوت هستند، بهبود یافتن شاخص با خود استنادی و استنادات متقابل و انتشار مقالات مروری، از معایب آن می‌باشد (۳۳).

ت) h_{SINGLE}: امتیاز h یک تک مقاله یا شاهکار یک گروه پژوهشی است. h_{SINGLE}، نماینده مقالات پراستناد گروه پژوهشی است. این شاخص به عنوان h-index مجموعه مقالات استناد دهنده به یک تک مقاله تعریف می شود. به عبارت دیگر، h مقاله استناد دهنده به مقاله مورد نظر، نباید کم‌تر از h استناد دریافت کند (۱).

ث) Ch-index: برای ارزیابی محصولات پژوهشی منتشرشده، آجیفروک[۵] و ولفرام[۶] شاخص Ch که مشابه با شاخص h است، را ارایه نمودند. این شاخص روش متفاوتی برای ارزیابی اثر[۷] و پراکندگی[۸] محصولات علمی انتشار یافته توسط پژوهشگران در جامعه علمی است. شاخص Ch به عنوان عددی برای گروهی از انتشارات علمی تعریف می‌شود که Ch مقاله، حداقل به‌وسیله Ch استناد دهنده مختلف مورد استناد واقع شده است، در حالی که بقیه مقالات به‌وسیله بیشتر از Ch استناد دهنده مختلف مورد استناد قرار نمی‌گیرند (۱،۳۴). Ch-index یک نویسنده یا مرکز، مقدار Chای است که در رابطه با Chمین مقاله‌ای که حداقل Ch استناد دهنده مختلف دارد (۳۵).

تفاوت اساسی این شاخص با h کلاسیک این است که به جای تعداد استنادهای دریافت شده، Ch بر مبنای پراکندگی انتشارات یک نویسنده بر پایه استناد دهندگان مختلف است. این شاخص هم خود استنادی و هم استنادات مکرر توسط یک استناد دهنده[۹] دهنده[۹] را تحت کنترل در می‌آورد (۳۴).

محاسبه Ch-index، نسبت به h index بسیار دشوارتر است. علاوه بر دانستن تعداد استنادات دریافت شده توسط هر مقاله، نیاز به دانستن نام هر استناد دهنده نیز می‌باشد. براساس تعریف

[۱] Impact index
[۲] Molinari
[۳] Group's Successive H-Index
[۴] Kosmulski
[۵] Ajiferuke
[۶] Wolfram
[۷] Impact
[۸] Diffusion
[۹] Recurrent Citers

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

Ch-index، وقتی یک نویسنده بیشتر از ۱ بار به یک مقاله استناد دهد، در محاسبه Ch-index او تنها یک بار شمرده خواهد شد. برای محاسبه آن مقالات با توجه به تعداد استناددهندگان به طور نزولی رتبه‌بندی خواهند شد(۳۴).

محاسبه شاخص Ch نسبت به h بسیار پیچیده می‌باشد. این شاخص توسط موتورهای جستجوی بزرگ (Web of Science، اسکوپوس و گوگل اسکولار) به طور خودکار محاسبه می‌شود؛ هم‌چنین به دلیل دشواری محاسبه آن، نرم‌افزار ad hoc برای محاسبه آن طراحی شده است که محاسبه خودکار شاخص Ch را انجام می‌دهد. این نرم‌افزار قادر به جستجو در پایگاه اطلاعاتی گوگل اسکولار، یکی از محبوب‌ترین موتورهای جستجو در آنالیزهای کتاب سنجی، است (۳۴).

ج) Hirsch spectrum (h-spectrum): فرانسچینی[۱] و مایسانو[۲] در سال ۲۰۰۹ میلادی این شاخص را معرفی کردند که برای آنالیز شهرت آکادمیک مجلات علمی استفاده می‌شود و ابزار جدیدی برمبنای Hirsch (h) index می‌باشد (۲۹). spectrum H متوسط بهره‌وری، تغییر بهره‌وری و تأثیر اعضای یک گروه پژوهشی را نشان می‌دهد (۱). این شاخص نشان دهنده توزیع h-indexهای مرتبط با نویسندگان یک مجله خاص، در یک فاصله زمانی خاص است. اصطلاح طیف[۳] منشأ گرفته از این حقیقت است که توزیع index h، تصویری از جمعیت نویسندگان مجله، در دوره زمانی مورد نظر فراهم می‌کند (۲۴).

این شاخص روش متفاوتی برای ارزیابی و مقایسه اعتبار و شهرت یک مجله (چه در Thomson Scientific ایندکس شده باشد، چه نشده باشد) نشان می‌دهد. h-spectrum امکان مقایسه میان مجلات در زمینه‌های علمی مشابه، تعریف کردن مشخصات یک نویسنده شاخص در یک مجله خاص را فراهم می‌کند و شاخص وجهه و اعتبار و تأثیر یک مجله در جامعه علمی است (۲۴).

چ) h-b index: این شاخص در سال ۲۰۰۶ میلادی، توسط بنک[۴] مطرح شد که به کمک آن می‌توان موضوع‌های برجسته و در دست تحقیق را مشخص ساخت. وی در توجیه نیاز به چنین شاخصی اظهار می‌دارد که تعیین موضوعات مورد علاقه و در دست بررسی، در دنیای پرحجم و وسیع اطلاعات، نیاز به بررسی و جستجوی فراوان در انواع منابع اطلاعاتی دارد و وسیله‌ای ساده لازم است تا برای پژوهشگران مفید باشد (۲۸).

در صورتی موضوع یا ترکیب خاصی مقدار h-b را دارد، که حداقل h-b مقاله در ارتباط با این موضوع ارایه شده که به هر یک حداقل h-b بار استناد شده است. از آن‌جا که برخی موضوع‌ها قدمت بیش‌تری نسبت به برخی دیگر دارند؛ بنک شاخص h-b را بر تعداد سال‌هایی که در مورد آن موضوع یا ترکیب، مقاله‌هایی منتشر شده تقسیم کرد. این تقسیم شاخص h-b به عددی مانند m، نتیجه را طبیعی می‌کند که اهمیت یک موضوع خاص را نشان می‌دهد و این‌که چه تعدادی از پژوهشگران در حال حاضرروی آن کار می‌کنند. عدد m، از تقسیم تعداد سال‌هایی که از انتشار نخستین مقاله در یک عنوان علمی می‌گذرد؛ بر h محاسبه می‌شود (۲۸).

$$m \sim \frac{h}{n}\ ,\ h \sim mn$$

ح) H_I-index: تعداد استنادهایی که یک مقاله دریافت می‌کند، می‌تواند تحت تأثیر تعداد نویسندگان آن باشد و از طرفی مقادیر h-index بسیار نسبت به حیطه پژوهشی حساس هست. برای حل این مشکل باتیستا[۵] و همکاران در سال ۲۰۰۶ میلادی، h_I-index را معرفی کردند. h_I index نشان‌گر تعداد مقالاتی است که یک نویسنده در طی دوره کاری خود به تنهایی نوشته است، به شرطی که حداقل h_I استناد داشته باشد (۲۹).

برای محاسبه تأثیر نویسنده همراه، مقدار شاخص h بر میانگین تعداد پژوهشگران در h مقاله طبق فرمول زیر تقسیم می‌شود. منطق این فرایند این است که متوسط بهره‌وری افراد مؤثر سنجیده شود.

$$\langle N_a \rangle = N^{(T)}{}_a / h$$

که $N^{(T)}{}_a$ کل تعداد نویسندگان در h مقاله مورد نظر است (۲۹).

$$h_I = h / \langle N_a \rangle = h^2 / N_a^{(T)}$$

خ) m-quotient: یکی از راه‌های مقایسه پژوهشگران با سوابق کاری مختلف، تقسیم h index بر تعداد سال‌های فعالیت پژوهشی است. هیرش در سال ۲۰۰۵ میلادی، شاخص M-quotient را پیشنهاد کرد که از تقسیم h-index بر تعداد سال‌هایی که از نخستین انتشار علمی پژوهشگر می‌گذرد به‌دست می‌آید (۱۹،۳۶).

د)index h:Contemporary h-index(hc) وزن داده شده به

[۱] Franceschini
[۲] Maisano
[۳] Spectrum
[۴] Bank
[۵] Batista

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

سن[۱] است که به مقالاتی که اخیراً منتشر شده وزن بیش‌تری می‌دهد. استنادها به مقالاتی که در k سال قبل منتشر شده‌اند، با ۴/(k+۱) وزن داده می‌شوند (۱۹).

ذ) w-index: وو[۲] در سال ۲۰۰۸ میلادی، w-index را به عنوان روشی ساده و مفید برای بررسی جامع تأثیر فعالیت علمی پژوهشگران، به‌ویژه مقاله‌های ممتاز، پیشنهاد کرد. w-index این‌گونه تعریف می‌شود: اگر همه مقاله‌های پژوهشگر بر اساس تعداد استنادات به طور نزولی رتبه‌بندی شود، w-index بالاترین تعداد مقالاتی است که هر کدام ۱۰w و/یا بیش‌تر استناد داشته باشند و مقاله‌ها در رتبه‌های w+1,w+2,...، بیش از ۱۰(W+1)استناد نباید داشته باشند. پس w-index می‌تواند این‌گونه تعریف شود: اگر wتا از مقالات یک پژوهشگر هر کدام حداقل ۱۰w استناد داشته باشد و سایر مقالات کم‌تر از ۱۰(W+1) استناد داشته باشند، w-index آن پژوهشگرW است (۳۷).

در حالی که w-index بسیار شبیه بهh index است و شاخص h را بهبود می‌دهد، با دقت بیش‌تری نسبت به شاخص h، تأثیر مقالات برتر نویسنده را نشان می‌دهد. w-index ساده و واضح بوده به طوری که به سادگی می‌تواند فهمیده شود و مورد پسند قرار بگیرد. این شاخص نیز به استنادها وابسته است و مشکلات بالقوه مربوط به استناد از جمله تأخیر در استناد یافتن، تفاوت پایگاه‌های اطلاعاتی، تأثیر نویسندگان هم‌نام وجود دارد (۳۷).

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر تولیدهای علمی در حوزه علوم پزشکی رشد چشم‌گیری داشت، بنابراین توجه به دانش علم‌سنجی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. از طرفی علم‌سنجی رویکرد جدیدی نسبت به متون علمی ایجاد کرده و در هر رشته‌ای قابل استفاده است. شناخت تولیدهای علمی پژوهشگران و اعضای هیأت علمی، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و تعیین شاخص‌های علم‌سنجی، به مدیران دانشگاه‌ها و رؤسای مراکز پژوهشی در شناخت بهتر نقاط قوت و ضعف مجموعه‌های تحت پوشش‌آن‌ها کمک نموده و منجر به هدایت صحیح آن‌ها در راستای اهداف کلان ملی و دانشگاهی می‌شود. هم‌چنین با ایجاد فضای رقابتی مثبت و سازنده می‌تواند به توسعه علم و فن‌آوری در کشور کمک کند.

در مطالعه‌های علم‌سنجی که در سال‌های اخیر در سطح جهان صورت گرفته است، عمدتاً از معیارهای کمی و کیفی علم‌سنجی هم‌چون تعداد مقالات، تعداد استنادات، نسبت استنادات به مقالات (۳۸) استفاده می‌شود. هم‌چنین h index نیز به طور گسترده برای سنجش تأثیر علمی محصولات علمی سازمان‌ها و پژوهشگران مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص‌های متعددی نیز برای توسعه این شاخص و برطرف کردن ضعف‌های اصلی آن ارایه شدند که در مطالعه‌های علم‌سنجی این شاخص‌ها به عنوان مکمل h index مورد استفاده قرار می‌گیرند. از پرکاربردترین این شاخص‌ها می‌توان به g index، e index، A index، R index و AR index اشاره کرد. این در حالی است که در بیش‌تر مطالعه‌های علم‌سنجی صورت گرفته در حوزه سلامت در ایران از شاخص‌های کمی و کیفی علم‌سنجی استفاده شده است و در پاره‌ای موارد شاخص‌های ترکیبی هم‌چون h index برای نویسندگان و گروه‌های پژوهشی مورد مطالعه، محاسبه شده است، اما از سایر شاخص‌های نوین و کارآمد علم‌سنجی برای ارزیابی عملکرد علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی، گروه‌های پژوهشی و علمی و پژوهشگران استفاده نشده است. در ارزشیابی مراکز تحقیقات و دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور که توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی صورت می‌گیرد نیز محصولات علمی تنها با دو شاخص تعداد مقاله‌ها و استنادهای مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

برای جلوگیری از ایجاد شکاف بین کمیت و کیفیت تولیدات علمی، در مطالعه‌های علم‌سنجی باید به شاخص‌های کمی علم‌سنجی که کمیت محصولات عملی را سنجیده و شاخص‌های کیفی که کیفیت برون‌داد علمی را مورد بررسی قرار می‌دهد، توجه یکسان نمود و از شاخص‌های ترکیبی هم‌چون h index و شاخص‌های مبتنی بر h که تأثیر و اهمیت عملکرد علمی پژوهشگران و سازمان‌ها را نشان می‌دهد و ضعف‌های شاخص‌های کمی و کیفی را نیز ندارد (۱۶)، برای ارزیابی عملکرد علمی سازمان‌ها، مؤسسه‌ها و دانشگاه‌های علوم پزشکی استفاده نمود.

از آن‌جایی که مطالعه‌های علم‌سنجی، برای بررسی کیفیت و تأثیر انتشارات علمی، برای پژوهشگران و سازمان‌ها بسیار مهم می‌باشد و از نتایج آن اغلب برای تصمیم‌گیری در مورد بودجه، انتصاب‌ها، و ارتقای پژوهشگران و سازمان‌ها استفاده می‌شود (۲۰). پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران در سطوح ملی و دانشگاهی توجه بیش‌تری به این مطالعه‌ها و نتایج حاصل از

[۱] Age-Weighted H-Index
[۲] Wu

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

آن نمایند و با فراهم آوردن دسترسی به پایگاه‌های اطلاعاتی بزرگ هم‌چون ISI Web of Science و اسکوپوس زمینه را برای انجام مطالعه‌های علم‌سنجی فراهم آورند. هم‌چنین به پژوهشگرانی که در حیطه‌ی علم‌سنجی فعالیت می‌کنند؛ پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌های بعدی خود در کنار استفاده از معیارهای بهره‌وری و تأثیر علم‌سنجی، از معیارهای ترکیبی نیز استفاده کرده تا کیفیت و نفوذ تولیدات علمی پژوهشگران، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و گروه‌های علمی با دقت بیش‌تر مورد ارزیابی قرار دهند.

هم‌چنین باید یادآور شد اگرچه استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های نوین علم‌سنجی مناسب‌تر و کارآمدتر است، اما استفاده از تعداد زیاد آن‌ها می‌تواند گیج کننده باشد، به‌ویژه زمانی که شاخص‌ها به شدت باهم همبستگی دارند (۳۴). در نتیجه عدم توجه مناسب به نتایج علم‌سنجی و کم اهمیت تلقی کردن آن‌ها، ممکن است عواقب سوء داشته باشد، از این رو توجه دقیق به جزئیات و روش آن‌ها، برای تولید نتایج کاربردی و قوی لازم است.

منابع

1. Franceschini F, Maisano D. Criticism on the hg-index. Scientometrics. 2011; 86: 339-46.
2. Repanovici A, editor Measuring the visibility of the Universities' scientific production using scientometric methods. The 6th WSEAS/IASME International Conference on Educational Technologies,(EDUTE'10); 2010: Advanced Educational Technologies.
3. Hood WW, Wilson CS. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. Scientometrics. 2001; 52: 291-314.
4. Van Raan AFJ. Scientometrics: state-of-the-art. Scientometrics. 1997; 38: 205-18.
5. Leydesdorff L. Evaluation of research and evolution of science indicators. Current science. 2005; 89: 1510-7.
6. Hicks D. Bibliometrics as a Tool for Research Evaluation. 2012.
7. Biglu MH, editor Scientometric study of patent literature in medicine. Fourth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & Ninth COLLNET Meeting; 2008; Berlin.
8. Ivancheva L. Scientometrics Today: A Methodological Overview. Collnet Journal of Scientometrics and Information Management. 2008; 2: 47-56.
9. Molinari A, Molinari J-F. Mathematical aspects of a new criterion for ranking scientific institutions based on the h-index. Scientometrics. 2008; 75: 339-56.
10. Van Raan AF. Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. Scientometrics. 2005; 62: 133-43.
11. Molinari JF, Molinari A. A new methodology for ranking scientific institutions. Scientometrics. 2008; 75: 163-74.
12. Hicks D, Melkers J. Bibliometrics as a tool for research evaluation. 2013. In: Handbook on the Theory and Practice of Program Evaluation [Internet]. Edward Elgar. In A. N. Link & N. S. Vonortas. [323–49]. Available from: http://works.bepress.com/diana_hicks/31.
13. Alonso S, Cabrerizo FJ, Herrera-Viedma E, Herrera F. h-Index: A review focused in its variants, computation and standardization for different scientific fields. Journal of Informetrics. 2009; 3: 273-89.
14. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United states of America. 2005; 102: 16569.
15. Aminpour F. The Contribution of Academic Journals to the University Scientific Productivity. Journal of Isfahan Medical School. 2011; 29: 367-75.
16. Mobasheri M, Moradi M, Rafie S, Sharifi A. Scientific output of Shahrekord University of Medical Sciences (Iran) in ISI database from 1993 to the end of 2011 according to scientometric indicators. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2013; 14: 115-23.
17. Ebadifar A, Vatan GK, Valaee N, Dastjerdi EV. Evaluation h index and the relevant factors in Shahid Beheshti dental school faculty members in 1390. Research in Medicine. 2013; 36: 78-82.
18. Habibzadeh F, Yadollahie M. Read the Articles; Don't Count Them. Arch Iran Med .2009; 3-12: 302.
19. Franceschet M. A cluster analysis of scholar and journal bibliometric indicators. Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2009; 60: 1950-64.
20. Durieux V, Gevenois PA. Bibliometric Indicators: QualityMeasurements of Scientific Publication 1. Radiology. 2010; 255: 342.
21. Kulkarni AV, Aziz B, Shams I, Busse JW. Comparisons of citations in Web of Science, Scopus, and Google Scholar for articles published in general medical journals. JAMA: the journalof the American Medical Association. 2009; 302: 1092-6.
22. The thomson reuters impact factor thomson reuters. Derived from:http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/essays/impact_factor/[2012/28/07].
23. Garfield E. The history and meaning of the journal impact factor. JAMA: the journal of the American Medical Association. 2006; 295: 90-3.
24. Franceschini F, Maisano D. The Hirsch spectrum: A novel tool for analyzing scientific journals. Journal of Informetrics. 2010; 4: 64-73.
25. Egghe L. Theory and practise of the g-index. Scientometrics. 2006; 69: 131-52.
26. Tol RSJ. A rational, successive< i> g</i>-index applied to economics departments in Ireland. Journal of Informetrics. 2008; 2: 149-55.
27. Zhang CT. The e-index, complementing the h-index for excess citations. PLoS One. 2009; 4: e5429.
28. Banks MG. An extension of the Hirsch index: Indexing scientific topics and compounds. Scientometrics. 2006; 69: 161-8.
29. Batista PD, Campiteli MG, Kinouchi O. Is it possible to compare researchers with different scientific interests? Scientometrics. 2006; 68: 179-89.
30. Alonso S, Cabrerizo FJ, Herrera-Viedma E, Herrera F. hg-index: A new index to characterize the scientific output of researchers based on the h-and g-indices. Scientometrics. 2010; 82: 391-400.
31. Jin B, Liang L, Rousseau R, Egghe L. The R-and AR-indices: Complementing the h-index. Chinese science bulletin. 2007; 52: 855-63.
32. Hendrix D. An analysis of bibliometric indicators, National

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

Institutes of Health funding, and faculty size at Association of American Medical Colleges medical schools, 1997–2007. Journal of the Medical Library Association: JMLA. 2008; 96: 324.
33. Kosmulski M. A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index. ISSI newsletter. 2006; 2: 4-6.
34. Franceschini F, Maisano D, Perotti A, Proto A. Analysis of the ch-index: an indicator to evaluate the diffusion of scientific research output by citers. Scientometrics. 2010; 85: 203-17.
35. Ajiferuke I, Lu K, Wolfram D. A comparison of citer and citationbased measure outcomes for multiple disciplines. Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2010; 61: 2086-96.
36. Bornmann L, Mutz R, Daniel HD. Are there better indices for evaluation purposes than the h index? A comparison of nine different variants of the h index using data from biomedicine. Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2008; 59: 830-7.
37. Wu Q. The w-index: A significant improvement of the h-index. Arxiv preprint arXiv:08054650. 2008.
38. Van Raan AF. Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups. Scientometrics. 2006; 67: 491-502.

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]

Iranian Journal of Epidemiology 2015; 10(4):78 -88.

Review Article

Scientometrics: Review of Concepts, Applications, and Indicators

Yazdani K[1], Nedjat S[2], Rahimi-Movaghar A[3], Ghalichee L[4], Khalili M[5]

1- Assistant Professor Of Epidemiology, Department Of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Associate Professor of Epidemiology, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Knowledge Utilization Research Center, Tehran University Of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Associate Professor Of Psychiatry, Iranian National Center for Addiction Studies (INCAS), Iranian Institute for Reduction of High-Risk Behaviors, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Associate Professor,Iranian National Center for Addiction Studies (INCAS), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5- MSc, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences Tehran, Iran
Corresponding author: Khalili M, malahat.khalili@gmail.com

Background and Objectives: In the current age, due to the increasing growth of knowledge and competition therein, evaluation of scientific products by means of scientometric methods has become a very important and necessary subject. Scientometrics, in simple words, is the science of measuring the knowledge. Scientometric indices are divided into three categories: productivity metrics that measure the productivity of the researchers or research groups, impact metrics that assess the quality (or performance) of journals, researchers, or research groups, and hybrid metrics that are used to summarize both productivity and effect metrics in one index. Scientometric studies help policy makers and managers of universities and heads of research centers in allocating budget, creating a balance between the budget and costs, making appointments, and promoting the researchers and institutes, and results in better recognition of weaknesses and strengths of their affiliated groups by evaluation of priorities, perspectives, and capacities. Meanwhile, this new knowledge can help with systematic evaluation and ranking of universities and research centers. This paper provides a review on scientometric concepts and its applications and discussed scientometric indices.

Keywords: Scientometrics, Scientometrics indicators, Applications of scientometric

[Downloaded from irje.tums.ac.ir on 2024-05-17]