

شاخص هرش (h)، رویکردی نو در ارزیابی برون داد علمی محققان

عباس میرزایی^۱

حیدر مختاری^۲

چکیده

جی.ای.هرش شاخصی را برای ارزیابی برون داد علمی محققان پیشنهاد کرده است که به لحاظ سادگی و سهولت کاربرد و مزایای آن نسبت به سایر روش های ارزیابی متداول، مورد توجه پژوهشگران علم سنجی قرار گرفته است. شاخص هرش، که به «شاخص h » معروف است، عبارت است از h تعداد از مقالات یک پژوهشگر که به هر کدام دست کم h بار استناد شده باشد. در جهت تعدیل و تکمیل این شاخص، شاخص های دیگری از جمله شاخص های g ، $h-b$ و h_1 پیشنهاد شده اند. در این مقاله، ضمن معرفی شاخص h و شاخص های مکمل آن، مزایا و معایب این شاخص مورد بحث قرار می گیرد.

کلیدواژه ها

شاخص h ، علم سنجی، برون داد علمی

مقدمه

و ترفیع اعضای هیئت علمی دانشگاه ها و پژوهشگران مؤسسات مختلف) باشد. بی گمان هم کارنامه انتشاراتی محقق (مانند تعداد مقالات چاپ شده وی) و هم میزان استناد به این انتشارات، اطلاعاتی ارزشمند در بردارند. امروزه تعداد مقالات منتشر شده یک محقق طی دوران کار علمی - تحقیقی وی، تعداد کل استناد به مقالات، میانگین تعداد استناد به هر مقاله وی، و کم و کیف

به راستی پژوهشگران به تنهایی چه نقشی در پیشبرد و گسترش مرزهای علوم در حوزه های مختلف دانش بشری دارند؟ این نقش و میزان اهمیت آن را چگونه می توان اندازه گرفت؟ برآورد این نقش و تأثیر آن هر چه باشد، دست کم بدان جهت مهم است که می تواند یکی از معیارهای ارزیابی محققان در اعطای امتیازات ویژه به آنان (مثلا استخدام

۱. کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران centlib@tums.ac.ir

۲. کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان mokhtariazad@gmail.com

مجله/مجلاتی که مقالات محقق در آن/آنها منتشر شده‌اند (از جمله ضریب تأثیر این مجلات) از جمله معیارهای قابل توجه در ارزیابی برون‌داد علمی پژوهشگران است.

شاخص هرش (شاخص h)

جی.ای.هرش^۳ در نوامبر ۲۰۰۵، طی مقاله‌ای با عنوان «شاخصی در اندازه‌گیری برون‌داد پژوهشی یک محقق» به معرفی شاخص جدیدی موسوم به شاخص h ^۴ پرداخت (۵: ۱۶۵۶۹-۱۶۵۷۲). وی عنوان کرد که این شاخص، عددی معین به دست می‌دهد که دارای مزیت‌هایی نسبت به دیگر شاخص‌های متداول در ارزیابی برون‌داد علمی محققان است و نقاط ضعف آنها را مرتفع می‌سازد^۵.

وی در تعریف این شاخص چنین می‌نویسد: «اگر h مقاله از کل مقالات منتشرشده یک محقق، طی n سال کار علمی، هرکدام حداقل h بار استناد دریافت کرده باشند، آن محقق دارای شاخصی برابر با h است» (۵: ۱۶۵۶۹). بدیهی است که هرکدام

از بقیه مقالات این محقق (یعنی تفاضل h از کل مقالات وی) دارای تعداد استنادهایی کمتر از h هستند. مثلاً اگر شاخص h محققى برابر ۱۵ باشد، بدان معناست که به ۱۵ عنوان از مقالات این محقق، هریک دست‌کم ۱۵ بار (و یا بیشتر) استناد شده است.

از آنجا که این شاخص صرفاً دربردارنده تعداد مقالاتی است که تعداد استناد به هرکدام از آنها برابر h و یا بیشتر از آن است؛ نسبت به تعداد کل استنادها به مقاله‌های محقق (که به تمامی مقالات دارای استناد نظر دارد) شاخص متعادل‌تری است.

هرش معتقد است که دو فردی را که شاخص h مشابه دارند، ولی تعداد مقالات و تعداد کل استنادها به مقالات آنان متفاوت است؛ و نیز دو فردی را که در عین دارا بودن مدت زمان فعالیت علمی مشابه، شاخص h متفاوت دارند، ولی تعداد مقالات و تعداد کل استنادها به مقالات آنان یکسان است، می‌توان با هم مقایسه کرد؛ که در مورد اخیر، محققى با h بیشتر نسبت به آن دیگری، تأثیر بیشتری بر رشته علمی خود دارد (۵: ۱۶۵۶۹).

3. J. E. Hirsch

4. h index

۵. وی مزایای و معایب این شاخص‌ها را چنین برمی‌شمارد:

- تعداد کل مقالات محقق: هرچند تولیدات علمی وی را می‌سنجد، قادر به اندازه‌گیری میزان تأثیر و اهمیت آنها نیست؛
- تعداد کل استنادها: تأثیر کلی مقالات محقق را در رشته علمی وی اندازه‌گیری می‌کند، اما متأثر از محدود مقالات پراستناد و استناد به مقالات مروری - که ماهیتاً نسبت به مقالات پژوهشی اصیل استناد بیشتری دریافت می‌دارند- بوده و محاسبه آن سخت است؛
- تعداد استنادها به هر مقاله: امکان مقایسه محققان با طول مدت مختلف کار علمی را میسر می‌سازد؛ ولی محاسبه آن سخت بوده و میزان تولیدات علمی وی را مد نظر قرار نمی‌دهد؛
- تعداد مقالاتی که بیش از حد معینی استناد دریافت داشته‌اند: نقاط ضعف پیشین را ندارد، ولی تعیین آن اختیاری بوده و نیاز به تعدیل برحسب مدت زمان کار علمی دارد؛ و
- تعداد استنادهایی که هریک از تعداد معین مقالات پراستناد محقق دریافت کرده‌اند: نقاط ضعف پیشین را ندارد، ولی محاسبه و مقایسه آن مشکل بوده و عددی است اختیاری (۵: ۱۶۵۶۹).

هرش در نهایت با ساز و کارهای مختلف ریاضی، یک فرمول خطی را برای بیان رابطه بین شاخص h و سالهای فعالیت علمی محقق (n)، با شیب خطی یا پارامتر m به دست می آورد:

$$h \approx m n$$

پارامتر m (نسبت h به n) معیاری مناسب در مقایسه محققان با طول مدت متفاوت فعالیت علمی است^۶ (۵: ۱۶۵۷۰). n را می توان فاصله بین مدت زمان نشر اولین مقاله دارای استناد محقق تا حال حاضر و یا تا هر زمان مورد نظر دیگر (برحسب سال) در نظر گرفت.

هرش با اساس قراردادن m و با ارزیابی شاخص h محققان حوزه فیزیک (با تفاضل سال نشر اولین مقاله دارای استناد آنان از سال ۲۰۰۵ در محاسبه n) چنین نتیجه می گیرد:

الف. محقق $m \approx 1$ (یعنی شاخص h برابر ۲۰ پس از ۲۰ سال کار علمی) فردی موفق در رشته علمی خود است؛

ب. محقق $m \approx 2$ (یعنی شاخص h برابر ۴۰ پس از ۲۰ سال کار علمی) فردی برجسته بوده و احتمالاً در مراکز تحقیقاتی مهم به تحقیق می پردازد؛ و

ج. محقق $m \approx 3$ (یعنی شاخص h برابر ۶۰ پس از ۲۰ سال کار علمی و یا شاخص h برابر ۹۰ پس از ۳۰ سال کار علمی یا بیشتر) فردی منحصر به فرد و در رشته علمی خود بسیار اثرگذار است (۵: ۱۶۵۷۱).

بر این اساس، وی برآورد می کند که اعضای هیئت علمی دانشگاه های تحقیقاتی

معتبر در حوزه فیزیک با $h \approx 21$ مستحق دریافت درجه دانشیاری و اعضای هیئت علمی با $h \approx 18$ مستحق دریافت درجه استادی هستند. وی نشان می دهد که متوسط شاخص h برای دریافت کنندگان جایزه نوبل در حوزه علم فیزیک طی ۲۰ سال گذشته برابر با ۳۵ بوده است.

لازم به ذکر است که میزان m هر چند به مرور زمان پس از کم شدن و یا توقف نشر علمی محقق کاهش می یابد، ولی در میزان شاخص h تغییر چندانی به وجود نمی آید و حتی، احتمال افزایش آن و در نتیجه، شروع و یا افزایش استناد به مقالات قبلی محقق وجود دارد تا اینکه این میزان به مقدار ثابتی می رسد.

البته از آنجا که سرعت پیشرفت علم در حوزه های مختلف علوم، و در نتیجه تعداد مقالات منتشر شده در آن حوزه ها، که بر شاخص h تأثیرگذار است، یکسان نیست، شاخص h برای محققان حوزه های مختلف متفاوت است. چنانچه بزرگ ترین شاخص h در حوزه پزشکی و علوم زیستی ۱۹۱ و در حوزه فیزیک ۱۳۵ است.

از دیگر عوامل مهم تأثیرگذار بر این شاخص انتخاب پایگاه اطلاعاتی جامع برای برآورد آن است. پایگاه اطلاعاتی Thomson ISI Web of Science مهم ترین معتبرترین منبع برای به دست آوردن این شاخص است. نتایج حاصل از کار هرش و دیگر محققانی که این شاخص را بسط و گسترش داده اند، برآمده از اطلاعات این پایگاه است.

۶. m بستگی به تعداد مقالات منتشر شده در هر سال و تعداد استناد بدان مقالات طی سال بعد دارد.

شاخص‌هایی برگرفته از شاخص h ۱. شاخص $h-b$

چند ماه پس از انتشار مقاله هرش، بانکز^۷ در آوریل سال ۲۰۰۶، مقاله‌ای منتشر و در آن، ضمن برشمردن مزایای شاخص h ، شاخص دیگری را، ملهم از آن، با عنوان شاخص $h-b$ ^۸ پیشنهاد کرد که به کمک آن می‌توان موضوعات حساس و بحث‌برانگیز^۹ و ترکیبات شیمیایی 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 پر حجم و وسیع اطلاعات، نیاز به بررسی و جست‌وجوی فراوان در انواع منابع اطلاعاتی دارد و وسیله‌ای ساده لازم است تا برای محققان و مخصوصاً دانشجویان دوره‌های دکترا، در تعیین موضوعات روز و تخصیص موضوع مناسب برای رساله پایان دوره، مفید باشد. شاخص $h-b$ با مرتب‌کردن موضوعات و ترکیبات شیمیایی (مطرح در عناوین، کلیدواژه‌ها، و چکیده‌های مقالات)، بر حسب سیر نزولی میزان استناد به مقالات حاوی این موضوعات و ترکیبات در Thomson ISI Web of Science به دست می‌آید. روش تعیین این شاخص دقیقاً شبیه به روش تعیین شاخص h است (۱).

فرمول $h \approx mn$ در این مورد هم به کار

می‌رود که البته در اینجا h جایگزین $h-b$ می‌شود. n اختلاف بین سال کنونی از سال نشر اولین مقاله در موضوع/ترکیب شیمیایی مورد نظر است. وی از روی طیف مقادیر به دست آمده برای شاخص $h-b$ و پارامتر m ، به تعیین مباحث مهم و باب روز و ترکیبات شیمیایی در دست تحقیق می‌پردازد^{۱۰} و استفاده از این شاخص را با لحاظ کردن سایر عوامل اثرگذار و تفکیک دقیق موضوعات مطرح در رشته‌های مختلف علمی برای آنها پیشنهاد می‌کند (۱).

۲. شاخص g

اگر^{۱۱} شاخص h را به دلیل توجه آن به تأثیر مقالات، عدم تأثیرپذیری آن از مقالات کم‌استناد و یا بدون استناد و معدود مقالات پراستناد تمجید می‌کند و در عین حال تأکید می‌کند که این شاخص، تداوم استناد به مقالات و تعداد استناد به مقالات دارای شاخص h را مدنظر ندارد و اظهار می‌کند که توجه به مقالات بسیار تأثیرگذار و بسیار پراستناد هم در این میان ضرورت دارد. وی شاخص دیگری موسوم به شاخص g ^{۱۲} را پیشنهاد می‌کند که عبارت است از بیشترین تعداد مقالات که در مجموع دارای g استناد و یا بیشتر هستند. هر قدر تعداد استناد به

7. Banks

9. Hot topics

8. h-b index

۱۰. مثلاً وی اظهار می‌دارد که $2 \leq m \leq 5/0$ (یعنی حداکثر $h-b$ برابر ۴۰ پس از ۲۰ سال) نشان‌دهنده مطرح بودن یک ترکیب شیمیایی در تحقیقات کنونی به‌طور جدی است. یا مثلاً، اگر برای موضوعی $m \geq 3$ باشد، آن موضوع مهم و باب روز است؛ چرا که بزرگ بودن m به معنی کوچک بودن n و در نتیجه مطرح شدن آن موضوع در سال‌های اخیر است. و اگر شاخص $h-b$ این موضوع هم بالا باشد، در عین مهم بودن، قبلاً هم مطرح و موضوع بحث و بررسی محققان بوده است.

11. Egghe

12. g-index

مقالات پراستناد یک محقق بیشتر باشد، شاخص g متناسب به وی هم بزرگ‌تر است (۳: ۱۵).

۳. شاخص h_1

باتیستا^{۱۳} و دیگران شاخص مکمل دیگری، ملهم از شاخص h ، موسوم به شاخص h_1 ^{۱۴} پیشنهاد کرده‌اند. آنان ضمن برشمردن مزایای شاخص h ، از جمله عدم تأثیرپذیری آن از مقادیر بالا و آسانی محاسبه آن، به متأثر بودن آن از رشته علمی مورد بررسی اشاره می‌کنند و اینکه تعداد استناد به مقالات، تحت تأثیر عامل خوداستنادی و تعداد نویسندگان یک مقاله قرار می‌گیرد. بین شاخص h و تعداد نویسندگان یک مقاله همبستگی بالایی وجود دارد؛ بنابراین، باید راهی وجود داشته باشد که بتوان تأثیر ناشی از تعداد نویسندگان را در یک مقاله موجود در طیف شاخص h از بین برد و این امکان با تقسیم مجذور شاخص h بر متوسط تعداد محققان مشارکت‌کننده در مقالات طیف h حاصل می‌شود که همان شاخص h_1 است و عبارت است از تعداد مقالاتی که حداقل h_1 مورد استناد دریافت داشته‌اند و نشان‌دهنده سهم کار فردی هر محقق است. از آنجاکه در رشته‌های مختلف علمی نویسندگان متعددی در نوشتن یک مقاله سهیم هستند، با به‌دست آوردن h_1 شاخص معقول‌تری برای مقایسه محققان رشته‌های مختلف براساس برون‌داد خود محقق به‌دست می‌آید و بدین‌گونه ناهمگنی شاخص h در رشته‌های مختلف علمی تعدیل می‌شود (۲).

نقد و نظر در مورد شاخص h

هرش اذعان دارد که تکیه صرف بر یک شاخص در ارزیابی برون‌داد علمی نمی‌تواند چندان کارآمد باشد. وانگهی مقادیر متفاوت h در حوزه‌های مختلف علمی و تأثیر محدود مقالات پراستناد محققى که شاخص h نسبتاً پایینی دارد و نیز تأثیر خوداستنادی و استناد به مقالات همکاران نویسنده اصلی را نباید از نظر دور داشت (۵: ۱۶۵۷۱).

وان ران^{۱۵}، ضمن مقایسه شاخص h با دیگر معیارهای استاندارد علم‌سنجی، به برخی از مزایا و محدودیت‌های شاخص h اشاره می‌کند؛ از جمله اینکه شاخص مذکور می‌تواند معیار خوبی در ارزیابی محققانی باشد که هرچند تأثیر قابل توجهی در مشارکت علمی داشته‌اند، با استفاده از مجاری مرسوم علم‌سنجی، کار علمی آنان فرصت نمود نیافته است. در عین حال، وی نتیجه گرفته‌است که تکیه صرف بر این شاخص می‌تواند احتمال دستکاری برای بالا بردن این شاخص، از جمله خوداستنادی و استناد به همکاران را موجب شود و این امر مخصوصاً در مجلات دارای ضریب تأثیر کمتر عامل خطری بالقوه در ایجاد شاخص h بالاست؛ چرا که در تعیین شاخص h ، ضریب تأثیر مجله و نوع آن مدنظر نیست و این می‌تواند باعث افزایش استنادهای مصنوعی و غیرواقعی افراد به یکدیگر در این نوع مجلات و در نتیجه، افزایش کاذب شاخص h آنان باشد. بر همین اساس، توجه به دیگر معیارهای علم‌سنجی می‌تواند در کنار هم، وجه چندجانبه رویکرد

13. Batista

14. index h_1

15. Van Raan

علمی محقق را به دست دهد (۷).

همان‌طور که پیش‌تر هم گفته شد، از نظر باتیستا شاخص h وابسته به حوزه علمی است و مثلاً ده شاخص h بالا در حوزه فیزیک با ده شاخص h بالا در حوزه زیست‌شناسی متفاوت است. حتی در داخل یک حوزه علمی هم چنین تفاوتی به چشم می‌خورد؛ مثلاً، در تحقیقات تجربی کمبود بودجه تحقیقاتی عامل مهمی است و یک دلیل کمتر بودن شاخص h محققان حوزه‌های تجربی نسبت به حوزه‌های نظری همین است. ضمناً در صورت یکسان بودن شاخص h محققان، اولویت‌بندی برون‌داد علمی آنان، لحاظ کردن معیارهای دیگر را می‌طلبد (۲: ۲).

کلی و جنیون^{۱۶} ضمن برشمردن محدودیت‌های انواع شاخص‌های متداول علم‌سنجی، از جمله شاخص‌های متأثر از تعداد استنادها (مثل شاخص h)، اظهار می‌دارند که تعداد استنادها تحت تأثیر خوداستنادی، استناد به همکاران، و پراستناد بودن ذاتی مقالات مروری نسبت به مقالات پژوهشی قرار می‌گیرد. آنها به تأثیرپذیری شاخص h از جنسیت محقق (به جهت استناد کم به مقالات زنان نسبت به مقالات مردان)، محل اقامت وی، متغیر بودن مقدار آن برای محققان رشته‌های علمی مختلف، و نوسان زیاد آن بر اثر اختلاف جزئی در مدت زمان فعالیت علمی محققان جوان و تازه‌کار اشاره می‌کنند. در عین حال، محیط‌های تحقیق در برخی مؤسسات نیازهای محققان را بر نمی‌تابند و امکانات کافی ندارند تا آنان بتوانند به حد دلخواه تحقیق کرده

و نتایج آن را منتشر کنند (۶).

در دایرةالمعارف ویکیپدیا^{۱۷}، ذیل مدخل شاخص h ، پیشنهاد شده است که مقایسه محققان هم‌رشته به کمک این شاخص صورت گیرد؛ چرا که توزیع استنادها در رشته‌های مختلف علمی متفاوت است؛ از دیگر سو، دانشمندانی وجود داشته و دارند که علی‌رغم تولیدات کم علمی و میزان کم استناد به مقالات آنان و در نتیجه داشتن شاخص h پایین، تأثیری شگرف و غیرقابل انکار بر علم جهانی داشته‌اند؛ مثلاً شاخص h بین ۴ تا ۵ برای انیشتین نمی‌تواند منکر تأثیر فراوان وی بر علم باشد (۴).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

مؤلفه‌هایی مانند کشور محل سکونت، میزان امکانات، بودجه تحقیقاتی، تعداد محققان شاغل در یک مرکز علمی، زبان، جنسیت محقق، و حوزه علمی از جمله عوامل تأثیرگذار بر تمامی روش‌های سنجش برون‌داد فعالیت‌های علمی است. همچنین به راحتی نمی‌توان هدف از استناد و غیرواقعی و یا واقعی بودن آن را محک زد و در مورد مقالات دارای چندین نویسنده نقش هریک از آنها معادل هم نیست.

هرچند نوشته‌های متعدد در این زمینه، شاخص h را دارای اشکالات کمتری نسبت به سایر روش‌های پیشین می‌دانند، اما تکیه صرف بر این شاخص نیز نمی‌تواند تصویری واقعی از کار علمی پژوهشگر به دست دهد. اگر بتوانیم با اتخاذ راهکارهایی برای موضوعات و

جدول ۱. مشخصات ۱۰ محقق ایرانی با شاخص h برتر

ردیف	محقق	تعداد کل مقالات	h	حوزه علمی	نام دانشگاه
۱	شمسی پور	۳۷۳	۳۰	شیمی	دانشگاه رازی
۲	زلفی گل	۱۷۸	۲۵	شیمی	دانشگاه بوعلی سینا
۳	ایران پور	۱۶۱	۲۵	شیمی	دانشگاه شیراز
۴	حاجی پور	۱۵۸	۲۵	شیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان
۵	ملک پور	۱۱۹	۲۴	شیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان
۶	فیروزآبادی	۱۶۰	۲۳	شیمی	دانشگاه شیراز
۷	گنجعلی	۱۵۳	۲۳	شیمی	دانشگاه تهران
۸	شرقی	۱۳۶	۲۰	شیمی	دانشگاه شیراز
۹	محمدپوریال ترک	۱۱۲	۱۸	شیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان
۱۰	هروی	۲۶۴	۱۵	شیمی	دانشگاه الزهرا

جدول ۲. مشخصات ۵ دانشگاه ایران با شاخص h برتر

ردیف	نام دانشگاه	تعداد کل مقالات	h
۱	دانشگاه شیراز	۲۰۴۵	۳۳
۲	دانشگاه صنعتی اصفهان	۱۶۰۱	۳۱
۳	دانشگاه رازی	۶۳۲	۳۰
۴	دانشگاه تهران	۲۸۵۰	۲۸
۵	دانشگاه صنعتی شریف	۲۰۳۴	۲۵

در دوره زمانی ۱۹۹۴ تا ۲۹ جولای ۲۰۰۶ جست و جویی انجام شد. تعداد کل مقالات بازیابی شده، که محل فعالیت علمی حداقل یک نویسنده آن در ایران باشد، ۲۶,۰۵۰ عنوان بود.

یافته‌های جداول بالا نشان می‌دهند که:

۱. ۱۰ محقق با شاخص برتر h در ایران، همگی در حوزه علم شیمی فعالیت می‌کنند. و
۲. تعداد کل مقالات هر محقق الزاماً به معنای تأثیرگذاری بیشتر وی بر آن حوزه علمی نیست.

حوزه‌های مختلف (با توجه به عوامل اثرگذار) در هر کشور شاخص h ملی به دست آوریم، آنگاه با مقایسه شاخص h محققان هر کشور با این شاخص h ملی می‌توان به نتایج بهتر و ارزیابی عادلانه تری دست یافت. در ضمیمه مقاله حاضر نمونه‌هایی از شاخص h در ایران ارائه شده است.

ضمیمه: مثال‌هایی از شاخص h در ایران برای تعیین ده شاخص h برتر محققان ایرانی و پنج شاخص h برتر دانشگاه‌های ایران، در پایگاه اطلاعاتی Thomson ISI Web of Science و

en.wikipedia.org/wiki/H-index [June 26. 2006].

5. Hirsch, J.E. "An index to quantify an individual's scientific research output". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, Vol.102, No.46 (2005): 16569-16572.

6. Kelly, Clint, D; Jennions, Michael D. "The h-index and career assessment by numbers". *Trends in Ecology and Evolution*, Vol.21, No.4 (2006): 161-170.

7. Van Raan, A.F.J. "Comparison of the Hirsch index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups". *arXiv:physics/0511206*. [on-line]. Available: <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0511206.pdf>.

منابع

1. Banks, M.G. "An extension of the Hirsch index: indexing scientific topics and compounds". *ArXiv:physics/0604216*, 2006. [on-line]. Available: <http://arxiv.org/abs/physics/0604216>.

2. Batista, Pablo D. "Is it possible to compare researchers with different scientific interests?". *ArXiv:Physics/0509048*, 2005. [on-line]. Available: <http://arxiv.org/physics/papers/0509/0509048.pdf>.

3. Egghe, Leo. "How to improve the h-index". *The Scientist*, Vol.20, No.3 (2006): 15.

4. "H-index". *Wikipedia, the free encyclopedia*. [on-line]. Available: <http://>

