عامل ویژه: سنجه‌ای نوین جهت ارزیابی انتشارات علمی

سیده مژگان بینش [*] | عضو هیئت علمی، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام

فرشته دیده‌گاه [1] | کارشناس ارشد، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام

دریافت: ۱۳۸۸/۰۵/۲۸ | پذیرش: ۱۳۸۸/۰۹/۲۸

چکیده: در دهه‌های اخیر، سنجه‌های متعددی برای تعیین میزان تأثیر نشریات علمی معرفی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شمار استنادات و ارزش ضریب تأثیر از جمله شاخص‌هایی هستند که در این زمینه کاربرد بسیاری یافته‌اند و از شهرت بسیاری در حیطه علم‌سنجی برخوردارند. علاوه بر این سنجه‌ها، سنجه‌های مناسبی جهت تعیین میزان تأثیر انتشارات علمی معرفی شده‌اند که از جدیدترین آنها می‌توان به "عامل ویژه" و "نفوذ مقاله" اشاره نمود. عامل ویژه، سنجه‌ای از اهمیت و اعتبار کلی یک نشریه در جامعه علمی و میزان تأثیر مقاله، سنجه‌ای از میانگین تأثیر هر مقاله در میان سایر مقالات یک نشریه است. بحث اصلی در مقاله حاضر، سنجه "عامل ویژه" است و ضمن معرفی و توصیف این عامل، ویژگی‌ها و خصوصیات آن و تفاوت‌های آن با ضریب تأثیر و نحوه محاسبه آن به‌تفصیل شرح داده می‌شود. از آنجا که محاسبه سنجه نوین "نفوذ مقاله" منوط به داشتن مقدار عامل ویژه است، در لابلای نوشتار، مختصری نیز به آن پرداخته می‌شود.

کلیدواژه‌ها: عامل ویژه، ضریب تأثیر، نفوذ مقاله

فصلنامهٔ علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فنّاوری اطلاعات ایران
شاپا(چاپی) ۵۲۰۶- ۱۷۳۵
شاپا(الکترونیکی) ۵۵۸۳- ۲۰۰۸
نمایه در LISA، SCOPUS و ISC
http://jist.irandoc.ac.ir
ویژه‌نامهٔ علم‌سنجی | ص ص ۱۲۱- ۱۳۵
تابستان ۱۳۹۰

نوع مقاله: مروری

*binesh@isc.gov.ir
1. fdidgah@gmail.com

۱. مقدمه

برای سالیان متمادی است که نشریات به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین ارکان انتقال دانش در جامعه علمی شناخته شده‌اند. پیشرفت دانش، بیشتر از طریق انتشار ایده‌ها و تجارب نو در نشریات داوری‌شده و معتبر صورت می‌پذیرد، بنابراین مسأله تعیین اعتبار و ارزیابی نشریات نیز همواره به‌عنوان مبحثی داغ و چالش‌برانگیز مطرح بوده است. هرچند که بهترین روش در ارزیابی‌ها، مطالعه تمام انتشارات و ارائه نظر کارشناسان است، محدودیت‌های زمانی و بودجه‌ای سد راه است. در نتیجه، در طول زمان همواره تلاش شده است تا سنجه‌هایی کمی جهت ارزیابی‌های مورد نظر تهیه گردد. سال ۱۹۲۷، دو شیمیدان از کالج پومونا[1]، تکنیک جدید "شمارش تعداد استنادها"[2] را ارائه نمودند. هرچند که این ایده تأثیر عظیمی بر روی ساختار و عملکرد جامعه علمی داشت (Bergstrom 2007) در حقیقت، شمارش تعداد استنادها نمی‌توانست بهترین راه برای رتبه‌بندی نشریات باشد. سال ۱۹۵۵، یوجین گارفیلد[3] بنیانگذار مؤسسه اطلاعات علمی[4] که هم اکنون به‌عنوان مؤسسه تامسون رویترز[5] شناخته می‌شود، شاخص ضریب تأثیر[6] را به جامعه علمی عرضه نمود (West 2008).

چندین دهه است که شاخص ضریب تأثیر که در پایگاه جی.سی.آر[7] قابل مشاهده است، به‌عنوان یکی از مقبول‌ترین سنجه‌های کمی جهت ارزیابی نشریات علمی مورد استفاده قرار گرفته است. اما، به‌موازات رشد استفاده از این شاخص، نقدهایی نیز در مورد آن صورت گرفته است. مسائلی از قبیل یکسان بودن وزن استنادهای دریافت‌شده از نشریات معتبر و غیرمعتبر در محاسبه ضریب تأثیر و یا متفاوت بودن رفتارهای استنادی در رشته‌های موضوعی مختلف سبب شده است تا تلاش‌هایی در جهت تهیه یک سنجه کمی بهتر صورت پذیرد. به‌همین دلیل، دو سنجه کمی جدید با عنوان "عامل ویژه"[8] و "نفوذ مقاله"[9] ارائه گردیده است. "عامل ویژه" در واقع سنجه‌ای از اهمیت و اعتبار کلی یک نشریه در جامعه علمی و "نفوذ مقاله" سنجه‌ای از میانگین تأثیر هر مقاله در میان سایر مقالات یک نشریه است و با ضریب تأثیر قابل مقایسه است (Bergstrom, West, and Wiseman 2008).

در این نوشتار، پس از معرفی سنجه"عامل ویژه" و بیان تفاوت‌های آن با ضریب تأثیر، روش محاسبه این سنجه بررسی می‌گردد. از آنجا که محاسبه "نفوذ مقاله" منوط به محاسبه "عامل ویژه" است و رابطه تنگاتنگی میان این دو سنجه وجود دارد، عامل ویژه نیز اندکی معرفی می‌شود.

---

1. Pomona
2. Citation Counts
3. Eugene Garfield
4. Institute for Scientific Information (ISI)
5. Thomson Reuters
6. Impact Factor
7. JCR (Journal Citation Reports)
8. Eigenfactor
9. Article Influence

۲. سنجه‌های عامل ویژه و نفوذ مقاله

نشریات علمی منتشره در هر سال، دربردارنده هزاران مقاله علمی و ده‌ها میلیون استناد هستند. همان‌گونه که پرایس سال ۱۹۶۵ خاطر نشان ساخت، این استنادات شبکه‌ای گسترده از پیوندها را میان انتشارات جامعه علمی شکل داده است. چنان‌چه به این شبکه در سطح نشریات بنگریم، هر گره در این شبکه به یک نشریه و هر پیوند به استنادات یک نشریه به نشریه دیگر اشاره دارد که این پیوندها دارای وزن و جهت هستند؛ وزن‌های سنگین‌تر نشان‌دهنده شمار بیشتری از استنادات و جهت پیوندها، نشان‌دهنده جهت استنادات است (Price 1965). با در نظر گرفتن داده‌های استنادی به‌عنوان یک شبکه، می‌توان از ابزارهای الگوریتمی قدرتمند جهت استخراج اطلاعات ارزشمند از این داده‌ها استفاده کرد. مشهورترین این ابزارها، مرکزیت بردار ویژه است که نخستین بار توسط یک جامعه‌شناس به نام فیلیپ بوناسیش در سال ۱۹۷۲ به‌عنوان روشی برای سنجش وضعیت یا شهرت افراد در شبکه‌های ارتباطی معرفی شد. هدف بوناسیش این بود که با استفاده از یک ساختار شبکه‌ای، افراد مهم در شبکه را شناسایی کند که در این صورت مهمترین افراد در یک شبکه، کسانی بودند که بیشترین دوستان را داشتند که وی در زبان ریاضیات به تعریف آن پرداخت (Bonacich 1972).

مهمترین کاربرد تجاری مرکزیت بردار ویژه، الگوریتم رتبه‌بندی صفحات گوگل است که با توجه به ساختار فراپیوندی شبکه جهانی وب، صفحات وب را بر اساس اهمیت رتبه‌بندی می‌کند. مفهوم مرکزیت بردار ویژه در مرکز سنجه‌های عامل ویژه قرار دارد (Bergstrom 2007)، بدین معنا که در محاسبه این سنجه‌ها، شبکه‌ای از نشریات مدنظر قرار می‌گیرند و نشریات مهمتر شناسایی می‌شوند. اهمیت یک نشریه به جایی که این نشریه در شبکه پیوندهای استنادی قرار گرفته‌است، بستگی دارد. بدین ترتیب، هرچه یک نشریه تعداد استنادات بیشتری دریافت کند – به خصوص از سایر نشریات پرپیوند – آن نشریه در آن شبکه مرکزی‌تر است (West, Bergstrom, and Bergstrom 2008).

بنابراین، با تأکید بر مفهوم مرکزیت بردار ویژه، پروژه عامل ویژه که یک پروژه تحقیقاتی دانشگاهی غیرتجاری بود توسط آزمایشگاه برگستروم[1] در بخش زیست‌شناسی دانشگاه واشنگتن راه‌اندازی شد. هدف از انجام این پروژه این بود که پیشرفت‌های اخیر در زمینه "تحلیل شبکه" و "نظریه اطلاعات" به‌منظور توسعه روش‌های جدید برای ارزیابی تأثیر نشریات علمی و همچنین ترسیم نقشه ساختار علمی به‌کار برده شود (About eigenfactor.org 2009).

تهیه‌کنندگان، در تلاش برای توسعه سنجه‌های عامل ویژه به‌منظور ارزیابی نشریات،

1. Bergstrom Lab

معیارهای مختلفی را مورد توجه قرار دادند از جمله اینکه این سنجه‌ها باید به‌صورت رایگان قابل دسترس باشد و بتواند بسیاری از پایگاه‌های اطلاعاتی را که امروزه موجود هستند، یکپارچه سازد. همچنین، این سنجه باید از رشته‌ای به رشته دیگر دارای اعتبار باشد و در مقابل تقلب‌ها مقاوم باشد و در نهایت اینکه این سنجه باید با بهره‌گیری از جدیدترین الگوریتم‌ها و روش‌ها از نظریه اطلاعات و علم شبکه، حاوی بیشترین اطلاعات مفید باشد (West 2008). بنابراین، با توجه به این معیارهای از پیش تعیین‌شده، عامل ویژه تهیه گردید و به‌صورت رایگان در سایت www.eigenfactor.org در دسترس عموم قرار گرفت.

در نشانی بیان‌شده نتایج حاصل از الگوریتم عامل ویژه که برای داده‌های استنادی نشریات پایگاه جی.سی.آر[1] اعمال شده، قابل مشاهده است. برای هریک از نشریات موجود در این پایگاه، دو سنجه عامل ویژه و نفوذ مقاله ارائه گردیده است (Bergstrom, West, and Wiseman 2008). عامل ویژه، سنجه‌ای است که به‌منظور تعیین تأثیر یک نشریه در میان سایر منابع علمی طراحی شده است. این سنجه بر اساس تعداد دفعاتی که نشریات مورد استناد قرار می‌گیرند و همچنین تأثیری که هر عنوان استنادکننده دارد، به رتبه‌بندی نشریات می‌پردازد. بنابراین، به استناداتی که از نشریاتی دریافت می‌شوند که خود بسیار مورد استناد قرار می‌گیرند، بیشتر وزن داده می‌شود. سنجه عامل ویژه به‌گونه‌ای طراحی شده است که به سنجش تأثیر کلی یک نشریه می‌پردازد و به تأثیر هر مقاله نشریه توجهی ندارد. از این رو، علاوه بر این سنجه، سنجه نفوذ مقاله معرفی شد که به سنجش میزان تأثیر متوسط هر مقاله در یک نشریه می‌پردازد و از تقسیم مقدار عامل ویژه یک نشریه بر تعداد مقالات آن نشریه به‌دست می‌آید (Cross 2008).

۳. ویژگی‌های عامل ویژه

یکی از خصوصیات بارز عامل ویژه، این است که به استناداتی که از نشریات مؤثر دریافت می‌شود، ارزش بیشتری می‌دهد. این عمل درست شبیه روش رتبه‌بندی صفحات وب توسط گوگل است. همچنین، به استنادات دریافتی از نشریاتی که مورد داوری قرار نگرفته‌اند، ارزش داده می‌شود. استنادات دریافتی از برخی رشته‌ها مانند ریاضیات و اقتصاد که بیشتر ضریب تأثیر پایینی دارند، در ارزش‌گذاری بر اساس عامل ویژه در مرتبه بالاتری نسبت به ضریب تأثیر قرار می‌گیرند. این سنجه، ارزیابی نشریاتی را که بیشتر مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرند (نشریات خاکستری[2]) امکان‌پذیر می‌سازد. در دنیای انتشارات، بیش از ۱۰۰,۰۰۰ نشریه علمی وجود دارد که رتبه‌بندی نمی‌شوند و رتبه‌بندی آنها از طریق عامل ویژه امکان‌پذیر خواهد بود (West 2008).

1. JCR 2. Grey Journals

همچنین عامل ویژه، جمع‌پذیر[1] است که این نیز از خصوصیات مهم آن است. این خصوصیت، این امکان را فراهم می‌کند که فقط با جمع زدن نمرات عامل ویژه برای هر نشریه، محدوده امتیاز گروهی از نشریات مشخص شود. این ویژگی در مورد نشریات موضوعات مختلف نیز صادق است، بدین معنی که محاسبه امتیاز گروهی از نشریات با موضوعات مختلف نیز امکان‌پذیر است (West 2008).

وب‌سایت عامل ویژه، امکانات و تسهیلات رایگانی در اختیار کاربران قرار داده است. در این وب‌سایت، نشریات می‌توانند بر اساس حوزه موضوعی‌شان انتخاب شوند. علاوه بر این، گستره وسیعی از اطلاعات شامل روندهای موجود در داده‌ها و اطلاعات قیمت و مزیت‌های هر گروه از نشریات علمی بر اساس سنجه‌های موجود ارائه می‌شود. دو سنجه متفاوت در این وب‌سایت ارائه می‌شود: ارزش عامل ویژه و ارزش نفوذ مقاله که ارزش کل گروه از طریق عامل ویژه و ارزش هر مقاله به‌وسیله سنجه نفوذ مقاله، سنجیده می‌شود.

وب سایت عامل ویژه با همکاری وب‌سایت قیمت‌های نشریات[2] اطلاعات مربوط به قیمت نشریات را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. اگرچه دو سنجه عامل ویژه و نفوذ مقاله، به‌طور مستقیم، به ارائه اطلاعات مربوط به قیمت نشریات نمی‌پردازند، "جستجوی کارایی هزینه"[3]، فهرستی از نشریات را بر اساس قیمت‌هایشان ارائه می‌دهد (Why eigenfactor? 2009).

وب‌سایت عامل ویژه علاوه بر رتبه‌بندی نشریات، فهرستی از اخبار، پایان‌نامه‌های دکتری، نشریات عامه‌پسند، و سایر خدمات را در موضوع علوم طبیعی و علوم اجتماعی ارائه می‌دهد. در ماه مه ۲۰۰۹، این وب‌سایت ۱۱۵,۰۰۰ منبع را در برداشت (Why eigenfactor? 2009).

٤. عامل ویژه در مقابل ضریب تأثیر

پیشرفت در علم از طریق انتشار ایده‌ها و تجربیات در نشریات به‌ویژه نشریاتی که مورد نقد و داوری قرار می‌گیرند، مشخص می‌شود. هر فردی، نظریات شخصی خود را در مورد مؤثرترین نشریات دارد، اما آیا سنجه آماری که بیانگر میزان تأثیر یک نشریه باشد وجود دارد؟ ضریب تأثیر، یکی از این سنجه‌هاست که سال‌ها به‌عنوان شاخص تعیین میزان تأثیر نشریات علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سنجه یکی از مفاهیم ابداعی یوجین گارفیلد است که توسط مؤسسه اطلاعات علمی آمریکا در جی.سی.آر منتشر می‌شود و بیشتر به‌منظور ارزیابی وضعیت نشریات علمی یا حتی برونداد علمی دانشمندان مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب تأثیر یک نشریه در سال X از تقسیم تعداد استنادات در سال X به مدارک منتشره در آن نشریه در سال‌های X-1 و X-2، بر تعداد

1. Additive 2. journalprices.com 3. Cost-Effectiveness Search

مدارک قابل استناد منتشره در آن نشریه در سال‌های X-1 و X-2 به‌دست می‌آید (Moed, Van Leeuwen, and Reedijk 1999). مقالات چندی در زمینه محدودیت‌ها و عدم تناسب ضریب تأثیر منتشر شده است (Moed and Van Leeuwen 1995).

اندکی تأمل و دقت در عملکرد این سنجه این نکته را آشکار می‌سازد که ضریب تأثیر، سنجه مناسبی برای تعیین میزان تأثیر یک نشریه نیست. این مسأله را می‌توان با یک مثال ساده آشکار ساخت. سه نشریه الف، ب، و ج را در نظر بگیرید: نشریه الف، فقط یک مقاله در سال منتشر می‌سازد و ضریب تأثیر آن برابر است با ۱۰۰. نشریه ب، ۱,۰۰۰,۰۰۰ مقاله در سال منتشر می‌سازد و ضریب تأثیر آن ۰/۱ است، اما ۱۰۰,۰۰۰ استناد دریافت نموده است. نشریه ج، دارای ۵۰۰۰ مقاله در سال و ضریب تأثیر ۱۰ است. اگرچه توزیع عجیبی از استنادات در نشریه الف و ب وجود دارد، نشریه ج، مؤثرترین نشریه است. بنابراین، به‌وضوح می‌توان دریافت که نه ضریب تأثیر و نه تعداد کل استنادات، هیچ یک سنجه مناسبی برای تعیین تأثیر یک نشریه نیست (Fersht 2009).

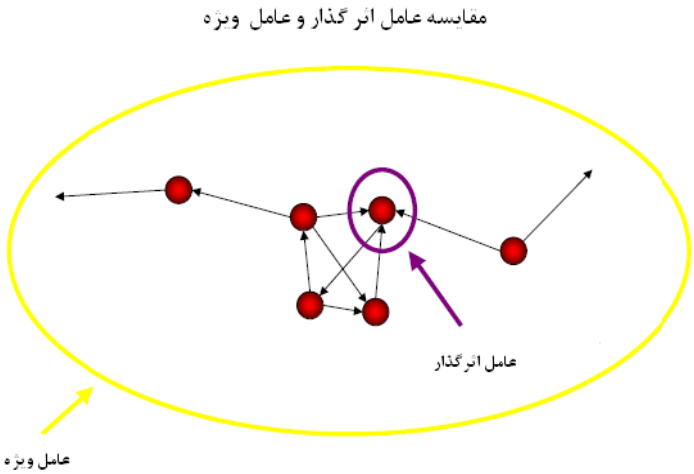
متخصصان کتاب‌سنجی، سنجه‌ها و مقیاس‌های مختلفی را برای رتبه‌بندی نشریات معرفی کرده‌اند که برخی بر اساس میزان انتشارات، و برخی بر اساس میزان استفاده است. بولن، ون دو سمپل، و هاگبرگ در پژوهشی به این نتیجه دست یافتند که هیچ شاخصی نمی‌تواند به‌درستی به سنجش تأثیر و اثرگذاری یک نشریه بپردازد، اما عامل ویژه، پارامتر جدیدی است که قابلیت سنجش تأثیر نشریات را دارد (Bollen,Van de Sempel, and Hagberg 2009). عامل ویژه، نشریات را به‌شیوه‌ای مشابه آنچه به‌وسیله رتبه‌بندی گوگل استفاده می‌شود، رتبه‌بندی می‌کند. به نقل از وب‌سایت عامل ویژه[1]:

"الگوریتم عامل ویژه، به یک مدل ساده جستجو شبیه است که در آن خوانندگان، زنجیره‌های استنادی را از یک نشریه به نشریه دیگر دنبال می‌کنند. فرض کنید پژوهشگری به کتابخانه می‌رود و بر حسب تصادف، مقاله‌ای را از یک نشریه انتخاب می‌نماید. بعد از خواندن مقاله، به‌طور تصادفی یکی از استنادات مقاله را انتخاب می‌کند و به جستجوی نشریه مورد استناد می‌پردازد. در نشریه مورد استناد، مقاله‌ای را انتخاب و یکی از استنادات آن را بر حسب تصادف دنبال می‌نماید تا به نشریه بعدی دست یابد. این یک زنجیره نامتناهی است که پژوهشگر آن را برای همیشه انجام می‌دهد."

برای بیش از یک قرن، شمارش استنادات به‌عنوان مبنای ضریب تأثیر مدنظر بوده است. ضریب تأثیر، شاخصی است که فقط به بخش کوچکی از یک شبکه گسترده اطلاعات پرداخته است، در حالی‌که عامل ویژه، تمام شبکه و ساختار آن را مدنظر قرار می‌دهد و اثرات غیرمستقیم و پنهان را

1. www.eigenfactor.org/methods.htm

به‌حساب می‌آورد. به‌عبارت دیگر، ضریب تأثیر فقط به جهت‌های واردشده توجه می‌نماید و مبدأ این جهت‌ها را مورد غفلت قرار می‌دهد که این امر سبب از دست رفتن اطلاعات بسیار مهمی در شبکه می‌شود. در شکل ۱، تفاوت میان این دو عامل به‌نمایش گذاشته شده است (West 2008).



شکل ۱. تفاوت ضریب تأثیر و عامل ویژه

از دیگر تفاوت‌های موجود میان این دو عامل می‌توان به رایگان بودن عامل ویژه اشاره کرد که این امر در مورد ضریب تأثیر صادق نیست. همچنین عامل ویژه، خود را با تفاوت‌های استنادی از رشته‌ای به رشته دیگر تطبیق می‌دهد درصورتی‌که ضریب تأثیر چنین نیست (West, Bergstrom, and Bergstrom 2008).

در بسیاری از حیطه‌های پژوهشی، مقالات تا چند سال پس از انتشار مورد استناد قرار نمی‌گیرند، بنابراین سنجه‌هایی که فقط به استنادات دریافتی طی دو سال نخست پس از انتشار تأکید دارند، می‌توانند گمراه‌کننده باشند. محاسبه عامل ویژه بر اساس داده‌های استنادی پنج سال اخیر است در صورتی‌که در مورد ضریب تأثیر داده‌های دو سال گذشته در محاسبات لحاظ می‌گردد (Why eigenfactor? 2009).

به عقیده فرشت، یکی از ویژگی‌های نامناسب ضریب تأثیر، این است که این عامل جهت ارزیابی دانشمندان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه تعیین افراد مؤثر در حوزه‌های مختلف علوم بسیار مؤثر است، هر سنجه‌ای قابلیت تعیین این امر را ندارد (Fersht 2009). شاخص هرش،

سنجه مناسبی است که دانشمندان را بر اساس تعداد استناداتی که به تعداد معینی از مقالاتشان داده شده است، رتبه‌بندی می‌نماید (Hirsch 2005). علاوه بر این، وست و برگستروم، سنجه عامل ویژه برای تعیین نویسندگان مؤثر را معرفی کرده‌اند که کارایی آن بهتر از ضریب تأثیر است (West and Bergstrom 2008a).

۵. محاسبه عامل ویژه

به‌منظور محاسبه عامل ویژه، گام‌هایی باید طی شود. عامل ویژه تعداد دفعاتی که مقالات منتشره در یک سال را به مقالات منتشره در پنج سال گذشته استناد می‌دهند، مورد سنجش قرار می‌دهد. به‌منظور محاسبه عامل ویژه، چهار داده ورودی (دو فایل و دو مقدار ثابت) مورد نیاز است که عبارتند از:

- **فایل نشریات:** نشریات مربوط به یک سال معین و شماره‌های آنها مربوط به یک دوره پنج ساله قبل از آن. لازم به اشاره است که عامل ویژه هم می‌تواند برای نشریات موجود در مجموعه ما و هم نشریاتی که در مجموعه ما نیستند، اما از نشریات موجود در مجموعه ما استناد دریافت نموده‌اند، محاسبه گردد. مراحل محاسبه عامل ویژه در این دو حالت به‌طور تقریبی مشابه یکدیگر هستند و اندکی تفاوت دارند که در ادامه بدان‌ها اشاره می‌شود.
- **فایل مقالات:** این فایل تمام مقالاتی را که هر نشریه در پنج سال گذشته منتشر ساخته است، شامل می‌گردد.
- **مقدار ثابت آلفا** (α=0.85)
- **مقدار ثابت اپسیلون** (ε=0.00001) (West and Bergstrom 2008b).

به‌منظور محاسبه عامل ویژه مربوط به نویسندگان، به‌جای فایل نشریات به فایل نویسندگان نیاز است که فهرستی از نویسندگان مورد استناد و استنادشونده را در بردارد. فایل مقالات جهت محاسبه عامل ویژه مربوط به نویسندگان نیز اندکی متفاوت است چرا که این فایل در بردارنده مقالاتی است که هر نویسنده در پایگاه دارد (West and Bergstrom 2008a).

پس از فراهم آوردن چهار فایل بیان‌شده، اولین گام در محاسبه عامل ویژه مربوط به نشریات موجود در مجموعه، ایجاد ماتریس مجاورت است. ماتریس Z یک ماتریس مجاورت است که مدخل Zij آن، تعداد دفعاتی را که مقالات منتشره در نشریه j در سالی مشخص به نشریه i منتشره در پنج سال گذشته استناد کرده‌اند، نشان می‌دهد. بنابراین، یک ماتریس n در n خواهیم داشت که n برابر است با تعداد کل نشریات (West and Bergstrom 2008b). به‌عنوان مثال، مجموعه‌ای را در نظر بگیرید که از ۶ نشریه (الف، ب، ج، د، هـ و) تشکیل شده است. به‌منظور محاسبه مقدار عامل ویژه برای این مجموعه، ابتدا باید ماتریس مجاورت مربوط به آن را به‌شکل زیر رسم نمود:

ماتریس مجاورت (Z)

استناد کننده / استنادشونده	الف	ب	ج	د	ه	و
الف (۳)	۱	۰	۲	۰	۴	۳
ب (۲)	۳	۰	۱	۱	۰	۰
ج (۵)	۲	۰	۴	۰	۱	۰
د (۱)	۰	۰	۱	۰	۰	۱
ه (۲)	۸	۰	۳	۰	۵	۲
و (۱)	۰	۰	۰	۰	۰	۰

در ماتریس مجاورت، نشریه الف ۱ بار به خود، ۳ بار به نشریه ب، ۲ بار به نشریه ج، و ۸ بار به نشریه هـ استناد کرده است. پس از ایجاد این ماتریس، باید اصلاحاتی در آن صورت گیرد. اولین اصلاح، حذف خود استنادی‌هاست. بنابراین، قطر ماتریس Z برابر صفر می‌شود. سپس جهت نرمال‌سازی ستون‌های ماتریس Z، بایستی هر مدخل در یک ستون را بر جمع آن ستون تقسیم نمود که در این صورت ماتریس H حاصل می‌شود. برخی ستون‌های ماتریس H ممکن است به‌طور کامل صفر باشد؛ این بدان معنی است که آن نشریه به هیچ نشریه دیگری در مجموعه استناد نکرده است. این اقلام را گره‌های آویزان[1] می‌نامند که با یک بردار ردیفی به نام بردار d شناخته می‌شوند که فقط از صفر و یک تشکیل شده است. یک به این معنی است که نشریه گره آویزان است و صفر بدین معنی است که گره آویزان نیست (West and Bergstrom 2008b). ماتریس‌های زیر، تمامی مراحل اشاره‌شده را برای این مثال نمایش می‌دهند:

برابر صفر قرار دادن قطر ماتریس مجاورت

استناد کننده / استنادشونده	الف	ب	ج	د	ه	و
الف (۳)	۰	۰	۲	۰	۴	۳
ب (۲)	۳	۰	۱	۱	۰	۰
ج (۵)	۲	۰	۰	۰	۱	۰
د (۱)	۰	۰	۱	۰	۰	۱
ه (۲)	۸	۰	۳	۰	۰	۲
و (۱)	۰	۰	۰	۰	۰	۰

1. Dangling nodes

ماتریس H

استنادکننده / استنادشونده	الف	ب	ج	د	ه	و
الف (۳)	۰	۰	۲/۷	۰	۴/۵	۳/۶
ب (۲)	۳/۱۳	۰	۱/۷	۱	۰	۰
ج (۵)	۲/۱۳	۰	۰	۰	۱/۵	۰
د (۱)	۰	۰	۱/۷	۰	۰	۱/۶
ه (۲)	۸/۱۳	۰	۳/۷	۰	۰	۲/۶
و (۱)	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع ستون‌ها	۱۳	۰	۷	۱	۵	۶

بردار d

	الف	ب	ج	د	ه	و
d	۰	۱	۰	۰	۰	۰

چنان‌که از بردار d بر می‌آید، نشریه ب یک نشریه آویزان است و به هیچ نشریه دیگری استناد نداده است.

گام بعدی در محاسبه عامل ویژه، محاسبه بردار تأثیر[1] نشریات (π^*) است که برای محاسبه این بردار، ۶ داده ورودی شامل ماتریس H، یک بردار ابتدایی (π)، مقدار ثابت آلفا، مقدار ثابت اپسیلون، بردار d، و بردار مقاله[2] a نیاز است. بردار مقاله a، بردار ستونی است از تعداد مقالات منتشره در هر نشریه در پنج سال گذشته که با تقسیم آن بر همه مقالات منتشرشده توسط همه نشریات، نرمال‌سازی می‌شود (West and Bergstrom 2008b). بردار مقاله a مربوط به ۶ نشریه (الف، ب، ج، د، هـ و) در زیر قابل مشاهده است. لازم به اشاره است که اعداد مقابل هر نشریه، نشان‌دهنده تعداد مقالات آن نشریه است.

1. Influence vector 2. Article vector

بردار a

	a
الف (۳)	۳/۱۴
ب (۲)	۲/۱۴
ج (۵)	۵/۱۴
د (۱)	۱/۱۴
ه (۲)	۲/۱۴
و (۱)	۱/۱۴
تعداد کل مقالات	۱۴

بردار ابتدایی π نیز برداری است که تمام مدخل‌های آن برابر با ۱/n است که مقدار n برابر با تعداد نشریات موجود در مجموعه است. بردار ابتدایی π مربوط به مثال بیان‌شده، در زیر مشاهده می‌شود:

بردار ابتدایی π

	π
الف	۱/۶
ب	۱/۶
ج	۱/۶
د	۱/۶
ه	۱/۶
و	۱/۶

فرمول محاسبه بردار تأثیر که در اینجا با P نمایش داده شده است، در ادامه مشاهده می‌شود:

$$P = \alpha H' + (1 - \alpha)a.e^T$$

فرمول ۱

e^T برداری ردیفی متشکل از یک و $a.e^T$ ماتریسی است که تمام ستون‌های آن برابر مقدار a هستند. ماتریس H' نیز، یک ماتریس H است که تمام گره‌های آویزان آن برابر مقدار a باشد.

از آنجا که بردار P، یک زنجیره مارکوف نامنظم و غیرقابل تقلیل است، بر اساس نظریه پرون–فروبنیس[1]، می‌توان به محاسبه بردار ویژه منحصر به‌فرد آن اکتفا کرد. بدین ترتیب، باید با محاسبه‌های مکرر به محاسبه این بردار پرداخت که امری زمان‌گیر و بسیار پیچیده است.

از این رو، وست و برگستروم پیشنهاد می‌کنند که به‌جای محاسبه این بردار، از فرمول دیگری که تنها بر ماتریس H تأکید دارد استفاده شود که بسیار سریع‌تر است. به‌منظور محاسبه سریع بردار تأثیر، معادله زیر باید چندین بار تکرار شود:

$$\pi^{(k+1)} = \alpha H\, \pi^{(k)} + [\alpha\, d.\, \pi^{(k)} + (1 - \alpha)]a$$

پس از هر مرتبه تکرار، باید کنترل شود که آیا باقیمانده عبارت $\pi^{(k+1)} - \pi^{(k)}$ کمتر از مقدار اپسیلون است یا خیر؟ چنانچه پاسخ مثبت باشد، در این صورت مقدار بردار تأثیر با مقدار $\pi^{(k+1)}$ برابر خواهد بود. به‌طور کلی، تعداد دفعات تکرار معادله بالا نباید بیش از ۱۰۰ بار اتفاق افتد (West and Bergstrom 2008b). به‌منظور محاسبه مقدار بردار تأثیر برای مثال اشاره‌شده، معادله ۱۶ بار تکرار شد و بردار تأثیر زیر حاصل گردید:

بردار تأثیر

	π^*
الف	۰/۳۰۴۰
ب	۰/۱۶۳۶
ج	۰/۱۸۹۸
د	۰/۰۴۶۶
ه	۰/۲۷۵۳
و	۰/۰۲۰۶

پس از به‌دست آوردن مقدار بردار تأثیر، می‌توان ارزش عامل ویژه هر نشریه را از طریق فرمول ۲ محاسبه کرد:

$$\mathrm{EF} = 100\, \frac{\mathbf{H}.\pi^*}{\sum_i [\mathbf{H}.\pi^*]_i}$$

فرمول ۲

1. Perron-Frobenius theorem

بنابراین، مقدار عامل ویژه برای نشریات مثال، برابر خواهد بود با:

مقدار عامل ویژه نشریات

	مقدار عامل ویژه
الف	۳۴/۰۵۱۰
ب	۱۷/۲۰۳۷
ج	۱۲/۱۷۵۵
د	۳/۶۵۳۲
ه	۳۲/۹۱۶۶
و	۰/۰۰۰۰

شاخص نفوذ هر مقاله، شاخصی است که محاسبه آن از طریق مقدار عامل ویژه انجام می‌شود. ارزش نفوذ مقاله برای هر نشریه i، سنجه‌ای از تأثیر استنادی هر مقاله نشریه است. فرمول ۳، نحوه محاسبه این شاخص را نمایش می‌دهد (West and Bergstrom 2008b):

$$\mathbf{AI_i} = 0.01 \, \frac{\mathbf{EF}_i}{a_i}$$

فرمول ۳

مقدار نفوذ مقاله برای نشریات مثال،برابر با مقادیر زیر خواهد بود:

مقدار نفوذ مقاله

	مقدار نفوذ مقاله
الف	۱/۵۸۹۰
ب	۱/۲۰۴۳
ج	۰/۳۴۰۹
د	۰/۵۱۱۴
ه	۲/۳۰۴۲
و	۰/۰۰۰۰

٦. محاسبه عامل ویژه برای نشریات خارج از مجموعه

در بیشتر موارد، نشریات موجود در مجموعه ما، به نشریاتی که خارج از مجموعه هستند استناد می‌دهند که در این حالت هم عامل ویژه و هم نفوذ مقاله برای نشریات خارجی، قابل محاسبه است. به‌منظور محاسبه این دو شاخص در این حالت، علاوه بر ماتریس مجاورت Z که فقط دربردارنده نشریات موجود در مجموعه است، به ماتریس دیگری مانند ماتریس N نیز نیاز است که میزان استنادات نشریات موجود در مجموعه را به نشریات خارج از مجموعه مشخص سازد. تمام گام‌هایی که در بخش قبل بیان گردید در این مرحله نیز باید طی شود و محاسبه عامل ویژه تمام نشریات خارج از مجموعه به‌همان ترتیب انجام شود. اما، از آنجا که در هنگام محاسبه نفوذ مقاله‌های یک نشریه، به تعداد مقالاتی که آن نشریه منتشر کرده است نیاز است، چنانچه میزان این مقالات در دسترس نباشد، نمی‌توان این شاخص را محاسبه کرد. بنابراین، محاسبه این شاخص فقط برای نشریاتی که تعداد مقالات آنها مشخص است، امکان‌پذیر خواهد بود (West and Bergstrom 2008b).

۷. جمع‌بندی

محدودیت در زمان و بودجه، نیاز به سنجش کمی آثار علمی را به‌وجود آورده است. سنجه مشهور ضریب تأثیر، سنجه‌ای از این نوع است که مقبولیت و کاربرد بسیاری در جوامع علمی یافته است، اما مانند هر معیار و سنجه دیگری که به مرور زمان مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرد، این سنجه نیز به چالش کشیده شده است. علاوه بر این سنجه، سنجه‌های دیگری نیز معرفی شده‌اند که هدف از طرح آنها برطرف ساختن نقایص ضریب تأثیر بوده است. سنجه‌های "عامل ویژه" و "نفوذ مقاله" از جمله این سنجه‌ها هستند که با استفاده از طرح رتبه‌بندی مکرر که به الگوریتم رتبه‌بندی صفحات وب گوگل شباهت دارد، میزان تأثیر نشریات را در یک مجموعه و در شبکه‌ای از استنادات مورد بررسی قرار می‌دهند. در واقع، در محاسبه مقدار این سنجه‌های جدید، به استنادات دریافتی از نشریات رتبه‌دار نسبت به استنادات دریافتی از انتشارات پایین‌تر، وزن بیشتری داده می‌شود. همان‌گونه که بیان گردید، سنجه عامل ویژه بر اساس تعداد دفعاتی که نشریات مورد استناد قرار می‌گیرند و همچنین تأثیری که هر عنوان استنادکننده دارد، به رتبه‌بندی نشریات می‌پردازد. درحالی‌که سنجه ضریب تأثیر در محاسبه تأثیر نشریات فقط به مقدار مطلق استنادات توجه دارد و از برخی عوامل تأثیرگذار مانند رفتارهای استنادی حوزه‌های مختلف و میزان خوداستنادی‌های نشریات و ... غفلت کرده است. سنجه‌های نوین عامل ویژه و نفوذ مقاله، این نقص ضریب تأثیر و بسیاری از نقایص آن را برطرف ساخته‌اند و در تلاش هستند تا با در نظر گرفتن تمامی جنبه‌های مؤثر در میزان تأثیر انتشارات، معیاری مناسب جهت ارزیابی انتشارات ارائه دهند.

باید در نظر داشت که حضور این سنجه‌های نوین به‌معنای نفی ضریب تأثیر نیست، بلکه این سنجه‌ها می‌توانند به‌عنوان مکملی برای ضریب تأثیر مورد استفاده قرار گیرند. چنان‌که در پایگاه جی.سی.آر نیز مشاهده می‌گردد، دو سنجه عامل ویژه و نفوذ مقاله نیز به این پایگاه اضافه گردیده است و ضریب تأثیر نیز همچنان به‌عنوان سنجه‌ای مقبول و پرکاربرد در این پایگاه حضور دارد. امید است نظام‌های استنادی موجود در داخل کشور نیز از این سنجه نوین استقبال کند و در جهت شناخت این عامل و چگونگی بهره‌گیری از آن تلاش نمایند.

۸. منابع

About eigenfactor.org. 2009. Eigenfactor.org: Ranking and mapping scientific knowledge. http://www.eigenfactor.org/about.htm (22 June 2009).

Bergstrom, C. T. 2007. Eigenfactor: Measuring the value and prestige of scholarly journals. *College and Research Libraries News* 68 (5) : 314–316.

Bergstrom, C. T., J. D. West, and M. A. Wiseman. 2008. The Eigenfactor metrics. *The Journal of Neuroscience* 28 (45): 11433-11434.

Bollen, J., H. Van de Sempel., and E. Hagberg. 2009. A principal component analysis of 39 scientific impact measures. PLoS ONE 4(6). http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0006022 (7 July 2009).

Bonacich, P. 1972. Factoring and weighting approaches to clique identification. *Journal of Mathematical Sociology* 2 (1): 113-120.

Cross, J. 2008. New journal metrics make an impact. *Editors' Bulletin* 5 (1): 22-29

Fersht, A. 2009. The most influential journals: Impact factor and Eigenfactor. *PNAS* 106 (17): 6883–688.

Hirsch, J. E. 2005. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Natl Acad Sci USA*. 102: 16569–16572.

Moed, H. F., and T. N. Van Leeuwen. 1995. Improving the accuracy of the Institute for Scientific Information's journal impact factor. *Journal of the American Society for Information Science* 46: 461-467.

Moed, H. F., T. H. N. Van Leeuwen, and J. Reedijk. 1999. Towards appropriate indicators of journal impact. *Scientometrics* 46 (3) :575-589.

Price, de S. DJ. 1965. Networks of scientific papers. *Science* 149: 510–515.

West, J. 2008. Eigenfactor: Ranking and mapping scientific knowledge. *The 6th SPARC Japan Seminar 2008, National Institute of Informatics, November 25*, M. Richardson (Ed.), 1-15. http://www.nii.ac.jp/sparc/event/2008/pdf/112508/document/Jevin_ West_document_en.pdf (22 June 2009).

West, J., and C. T. Bergstrom. 2008a. Calculating author-level Eigenfactor. http://leonia.zoology.washington.edu/people/jevin/ Documents/Author Pseudocode_EF.pdf (24 June 2009).

West, J., and C. T. Bergstrom. 2008b. Pseudocode for calculating eigenfactor TM score and article influence TM score using data from Thomson-Reuters journal citations reports. http://www.eigenfactor.org /EF_pseudocode.pdf (22 June 2009).

West, J., T. Bergstrom, and C. T. Bergstrom. 2008. The eigenfactor metrics: Network approach to assessing scholarly journals. *College and Research Libraries* 71 (3): 236-244.

Why eigenfactor? 2009. Eigenfactor.org: Ranking and mapping scientific knowledge. http://www.eigenfactor.org/ whyeigenfactor.htm (22 June 2009).

Eigenfactor: a New Measure for Assessing Scientific Publications

Seyyedeh Mojgan Binesh*
Faculty member of Islamic World Science Citation Center (ISC)

Fereshteh Dideghah[1]
MA in Islamic World Science Citation Center (ISC), Shiraz, Fars

Information Sciences & Technology

Iranian Research Institute
For Science and Technology
ISSN 1735-5206
eISSN 2008-5583
Indexed in LISA, SCOPUS & ISC
special issue:Scientometrics | pp: 121-135
summer 2011

Abstract: Over the past decades, a number of measures for determining the impact of scientific journals were introduced and utilized. The number of citations and Impact Factor value are the indicators have been applied a lot in this area and are of a high reputation in scientometrics. In addition to these indicators, some apt indicators have been introduced to measure the impact of publications which "Eigenfactor" and "Article Influence" are the newest ones. Eigenfactor is a measure of importance and prestige of a journal in scientific community and Article Influence is a measure of average impact of an article among other articles in a journal. The main discussion in present study was on Eigenfactor which besides presenting an introduction and an explanation to this factor, its features and characteristics and its differences with Impact Factor and its calculation method have been explained in detail. Considering the fact that calculating "Article Influence" requires the value of Eigenfactor, this indicator has been shortly explained as well.

Keywords: Eigenfactor, impact factor, article influence.

*Corresponding author binesh@isc.gov.ir
1. fdidgah@gmail.com