

بررسی تطبیقی قواعد لوتکا و پائو با تعداد نویسندگان و مقالات آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه استنادی وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹

فریده عصاره^۱

استاد گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی،

دانشگاه شهید چمران اهواز

اسماعیل مصطفوی*

کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۳ | پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۰۷

فصلنامه علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا(چاپی) ۵۲۰۶-۱۷۳۵
شاپا(الکترونیکی) ۵۵۸۳-۲۰۰۸
نمایه در SCOPUS، LISA و ISC
http://jlist.irandoc.ac.ir
ویژه‌نامه علم‌سنجی | ص ص ۲۰۷-۲۲۹
تابستان ۱۳۹۰
نوع مقاله: پژوهشی

چکیده: هدف پژوهش حاضر، بررسی انطباق قواعد لوتکا و پائو با تعداد نویسندگان و مقالات آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ است. اهداف فرعی پژوهش عبارتند از الف) جایگزینی "تعداد همکاری در تألیف" نویسندگان به جای تعداد مقالات آنان در قاعده پائو؛ ب) بررسی معیارهای بررسی قواعد لوتکا و پائو. پژوهش حاضر از نوع نظری بوده و با استفاده از قواعد علم‌سنجی انجام شده است. نتایج حاکی از این است که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده لوتکا انطباق ندارد، اما مطابق قاعده پائو است. رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد "همکاری در تألیف" آنان در این دو حوزه با قاعده پائو انطباق ندارد. برای مقایسه‌پذیر ساختن یافته‌های پژوهش‌های مختلف، هماهنگ‌سازی استفاده از روش‌های بررسی قواعد علم‌سنجی ضروری به نظر می‌رسد، از این‌رو در پایان، پیشنهادهایی برای هماهنگ‌سازی روش مطالعه این قواعد ارائه شده است. تفاوت‌های موجود در مطالعات در ارتباط با مطالعه نحوه رشد بروندادهای علمی نویسندگان براساس قاعده لوتکا یا پائو، روش شمارش نویسندگان مقالات، دامنه حوزه موضوعی یا موضوعات مورد مطالعه، بازه زمانی مورد مطالعه، و آزمون آماری است. یکسان‌سازی استفاده از روش‌شناسی‌ها در قواعد لوتکا و پائو در مطالعات علم‌سنجی و نتایج یافته‌های حاصل از این‌گونه مطالعات در سطح ملی و بین‌المللی می‌تواند تا حدود زیادی حاصل تحقیقات را مقایسه‌پذیر کند و در مسیر انجام پژوهش‌های هماهنگ گام بردارد.

کلیدواژه‌ها: اطلاع‌سنجی، قاعده لوتکا، قاعده پائو، هم‌نویسندگی، مقالات علوم رایانه، مقالات هوش مصنوعی، وب آو ساینس، نمایه استنادی علوم، نمایه استنادی علوم اجتماعی، نمایه استنادی هنر و علوم انسانی

1. osareh.f@gmail.com
*esmdoc@gmail.com

۱. مقدمه

تولید فزاینده علوم آنچنان تغییرات عمیقی در چند دهه گذشته در ساختار جوامع بشری بر جای گذاشته که محوریت عصر حاضر را از آن خود کرده است. از این رو، مطالعه تاریخی علوم یکی از حوزه‌های مهم مطالعات دانشمندان بوده و این مهم پس از جنگ جهانی دوم رشد چشم‌گیری یافته است. یکی از زیرمجموعه‌های مهم مطالعات تاریخی علم، حوزه مطالعاتی علم‌سنجی است که متأثر از سه رویداد همزمان اواسط قرن ۲۰ میلادی است. این سه رویداد عبارتند از: حجم انبوه تولید اطلاعات در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم و پیدایش علم اطلاعات در آن سال‌ها و از همه مهمتر فراگیری نظریه اثبات‌گرایی (پوزیتیویسم) در مجامع علمی غرب (ریسمانباغ و عصاره ۱۳۸۶).

حجم انبوه تولید اطلاعات پس از جنگ جهانی دوم، ضرورت مطالعه و ارزیابی متون حاوی اطلاعات را حائز اهمیت ساخت تا از میان آنها بتوان اطلاعات باکیفیت را متمایز ساخت. دومین رویداد که خود متأثر از پدیده انفجار اطلاعات است، شکل‌گیری علم اطلاعات بود که به مطالعه شاخص‌ها و عوامل تأثیرگذار بر روند رشد علم می‌پرداخت. این دو رویداد، همزمان با رواج مکتب اثبات‌گرایی در غرب بود. یکی از مهمترین خصیصه‌های آن تأکید است که بر تأثرات حسی (حری ۱۳۸۳) و به کارگیری روش‌های عینی در تحقیقات علمی دارد. از این دوران به بعد، هرگونه دانشی به شرط کمی شدن و سنجش با مقیاس‌های قابل مشاهده، به‌عنوان علم پذیرفته شد. در چنین فضایی و با قوت گرفتن نحله‌های کمی‌گرا، روی‌آوری متخصصان علم نوظهور اطلاعات به بررسی‌های کمی در قالب مطالعاتی چون اطلاع‌سنجی و نظایر آن امر دور از انتظاری نیست (ریسمانباغ و عصاره ۱۳۸۶).

یکی از عناصر مهم همه حوزه‌های علوم، مفاهیم، قواعد، قوانین، و نظریه‌های آن حوزه است. مفاهیم، در واقع همان موضوعاتی است که علوم بشر به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به مطالعه آن می‌پردازند و باید به‌طرز دقیق و محدودکننده‌ای تعریف شوند. همچون کتاب، اطلاع، داده، دانش، خرد و ... که از جمله مفاهیم علوم کتابداری و اطلاعات هستند. نتیجه مفاهیم علمی آن است که به‌واسطه آنها، حقایق و اشیاء و پدیده‌های عالم، طبقه‌بندی، مقایسه و یا فراتر از آن اندازه‌گیری می‌شوند. قوانین و نظریه‌ها نیز به‌گونه‌ای ساخت‌یافته، مفاهیم پیش‌گفته را شرح می‌دهند و نتیجه پژوهش‌های بنیادین هستند. در مجموع، قواعد و قوانین و نظریه‌های علمی، اگر نگوئیم حقایق و پدیده‌های هستی را تبیین می‌کنند، لاقلاً فراهم‌آورنده چارچوبی برای اندیشیدن و پژوهش هستند. در کل، می‌توان گفت مفاهیم، قواعد، قوانین، و نظریه‌های علمی، اصولی منطقی هستند که ابزار دست هر پژوهشگر برای تفکر و تفحص علمی را تشکیل می‌دهند. در حوزه علم‌سنجی، با قواعد

کلاسیک که زمان پیدایش آنها نیمه اول قرن ۲۰ است، مواجه هستیم. این قواعد عبارتند از: قاعده برادفورد و قاعده لوتکا و قاعده زیف که امروزه زیربنای بیشتر مطالعات این حوزه را تشکیل می‌دهند.

۲. بیان مسأله

در گذشته نویسندگان بیشتر به صورت انفرادی به تولید آثار علمی در قالب کتاب، مقاله و غیره می‌پرداختند، اما تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که گرایش نویسندگان از انجام تحقیقات به صورت انفرادی به انجام تحقیق به صورت گروهی جلب شده است. در فاصله سال‌های ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۵، تعداد مقالات چندنویسنده‌ای در آمریکا ۸۰٪ افزایش یافته و در این بین همکاری‌های بین‌المللی نیز دو برابر رشد داشته است (داورپناه ۱۳۸۶، ۲۵). این گرایش‌ها در همه حوزه‌های مختلف علمی به منظور برقراری ارتباط علمی به امری رقابتی تبدیل شده است. تولید علم، به صورت گروهی یا هم‌نویسندگی^۱، دارای مزایای گوناگونی است. برخی از مزایای هم‌نویسندگی در تألیف عبارتند از: ارتقای کیفیت مقاله، استفاده از تخصص و مهارت نویسنده همکار، ارائه اندیشه‌های نو و ارزشمند توسط نویسنده همکار، افزایش انتشارات علمی، یادگیری از نویسنده همکار، تقسیم کار، و در نهایت شناخت بهتر همکاران (Hart 2000 نقل از فتاحی و رحیمی ۱۳۸۶). همچنین، عامل دیگر تأثیر هم‌نویسندگی در میزان جذب استنادهای یک مقاله است. نویسندگان دریافته‌اند که مقالات چندنویسنده‌ای در مقایسه با مقالات تک‌نویسنده‌ای استنادهای بیشتری دریافت می‌کنند (Osareh and Wilson 2002; Ma and Guan 2005). یکی دیگر از دلایل افزایش هم‌نویسندگی، بین‌رشته‌ای شدن بسیاری از حوزه‌های موضوعی است که تمایل نویسندگان به انجام پژوهش‌های گروهی را افزایش داده است (موئد ۲۰۰۱، ۳۴). از این رو، نویسندگان برای انجام فعالیت‌های پژوهشی معتبر و قابل استناد به صورت گروهی به انجام پژوهش می‌پردازند و این افزایش همکاری به نوبه خود باعث افزایش تعداد برون‌دادهای علمی در بیشتر نویسندگان می‌شود. بنابراین، انتظار می‌رود به سبب رواج همکاری علمی نویسندگان، در رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان تغییراتی ایجاد شده باشد که به تبع آن در قواعد لوتکا و پائو نیز تأثیر بگذارد و یا حتی این قواعد را دستخوش تغییر کرده باشد.

از این رو، مسأله پژوهش این است که آیا تعداد نویسندگان و مقالات آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ با قواعد لوتکا و پائو تطابق دارد؟ علاوه بر این لازم است انطباق قواعد لوتکا و پائو با تعداد نویسندگان و تعداد همکاری در تألیف آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی نیز بررسی شود.

1. Co-authorship

در کنار استفاده از دستاوردهای بسیار زیاد علم‌سنجی برای افراد، گروه‌ها، سازمان‌ها، و دولت‌ها، انتقادهای زیادی هم در رابطه با استفاده از علم‌سنجی در ارزیابی فعالیت‌های علمی پژوهشی و میزان روایی یافته‌های این حوزه وارد شده است. این انتقادات باعث تردید در مبانی و چارچوب نظری آن شده است، به طوری که این سؤال پیش می‌آید که آیا به‌راستی هر آنچه در علم‌سنجی صورت می‌گیرد، مبنای مستحکم علمی دارد و از منطق خاصی پیروی می‌کند یا مبتنی بر عادت و اقتباس و برگرفته از رویکردهای سنتی (یا شاید منسوخ) معرفت‌شناسی است (موند ۲۰۰۱، ۳۴)؟ از این‌رو، بازنگری و بازاندیشی و بازسازی این قواعد از طریق بررسی آنها براساس معیارهای خاص این مطالعات سبب استفاده بهینه از آنها در پژوهش‌ها خواهد شد. این مسأله، به‌خصوص زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که بدانیم امروزه با استفاده از روش‌ها و ابزارهای جدید مطالعات علم‌سنجی و میزان روایی و اساس به‌کارگیری قواعد کلاسیک آن، مورد تردید قرار می‌گیرد.

مبانی نظری و معرفتی در تک‌تک حوزه‌های علوم یک گام اساسی در پیشبرد آن و یک کار ضروری و مداوم به حساب می‌آید و هر حوزه‌ای که از این مسأله غافل شود دچار نقصان و ناکارآمدی خواهد شد. از قواعد به کار رفته در کتاب‌سنجی که به مطالعه نویسندگان می‌پردازد می‌توان به قاعده لوتکا و پائو اشاره کرد که به بررسی کمی رابطه بین تعداد نویسندگان و مقالات آنان در حوزه‌های مختلف علوم می‌پردازند. این قواعد، به‌طور جامع مورد بازنگری قرار نگرفته‌اند؛ انجام پژوهش‌ها با روش‌شناسی‌های متفاوت و در بعضی موارد، متضاد گواه این ادعاست. همانند قسمت بیشتر مباحث علم‌سنجی با توجه به تأکید قاعده لوتکا و پائو بر کمی‌گرایی و تجربه‌گرایی صرف، در سنجش مؤلفه‌های کمی نیاز به بازاندیشی و بازسازی دارد. اهمیت مسائلی از این دست زمانی فزونی می‌یابد که بدانیم برداشت نویسندگان از مفاهیم پایه به‌عنوان پیش‌فرض و اصول بدیهی، نتایج کلیه پژوهش‌ها را هدایت خواهد کرد (حیدری ۱۳۸۸). از سوی دیگر، تفاوت‌های مشاهده‌شده در بررسی قواعد لوتکا و پائو نیاز به شناخت بنیادی و کاربردی آنها را دو چندان می‌کند. به‌عنوان مثال، برخی از پژوهشگران میزان همکاری در تألیف را جایگزین تعداد مقالات در قاعد پائو قرار داده‌اند (Qin 1995; Gupta and Karisiddippa 1999). از این‌رو، سعی می‌شود جوانب مختلف کاربرد این قواعد، شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد و در صورت لزوم، بازسازی و تکمیل روش‌شناسی اجرای آنها فراهم شود.

۳. هدف پژوهش

هدف پژوهش حاضر، بررسی انطباق قواعد لوتکا و پائو با تعداد نویسندگان و مقالات آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶

تا ۲۰۰۹ و مقایسه نتایج این دو حوزه با یکدیگر است. همچنین، بررسی این نکته که آیا میزان همکاری در تألیف نویسندگان در تولید مقالات حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی می‌تواند جایگزینی برای تعداد مقالات در قاعده پائو باشد. هدف دیگر پژوهش، تعیین معیارهای بررسی این قواعد است.

۴. سؤالات پژوهش

در این پژوهش سعی می‌شود به منظور دستیابی به اهداف اشاره شده به سؤالات زیر پاسخ داده شود:

۱. آیا تعداد مقالات نویسندگان حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ با قاعده لوتکا منطبق است؟
۲. آیا تعداد مقالات نویسندگان حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ با قاعده پائو منطبق است؟
۳. آیا تعداد "همکاری در تألیف" نویسندگان حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه وب آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ با قاعده پائو منطبق است؟

۵. قواعد لوتکا و پائو

آلفرد جیمز لوتکا^۱ (۱۸۸۰-۱۹۴۹) ریاضی‌دان و زیست‌شناس مشهور آمریکایی در یکی از شهرهای اوکراین فعلی به نام لمبرگ دیده به جهان گشود (موسوی‌زاده ۱۳۸۹، ۲۴۸). وی سال ۱۹۲۶ اثر خود را در مجله *آکادمی علوم واشنگتن*^۲ با عنوان "بسامد توزیع بهره‌وری علمی"^۳ منتشر کرد که بعدها قاعده لوتکا نامیده شد. او این کار را با شمارش نام افراد و انتشارات آنها انجام داد. ۶۸۹۱ اسم از چکیده‌نامه شیمی^۴ بین سال‌های (۱۹۰۷-۱۹۱۶) و ۱۳۲۵ اسم از بین متون فیزیک آوئرباخ^۵ استخراج کرد که حاوی انتشارات تا سال ۱۹۰۰ بود.

وی همکاری در تألیف را در نظر نگرفت و از هیچ آزمون آماری برای تعیین سطح معنی‌داری استفاده نکرد. حتی اشاره‌ای به این نکته نکرد که چرا فقط نویسندگان اول را در مطالعه خود آورده است. لوتکا برای دستیابی به قاعده مربع معکوس، با استفاده از کتاب‌شناسی جامع فیزیک و شیمی، درصد نویسندگان صاحب ۱، ۲، ۳ و n اثر را در مقابل تعداد آثار آنان همراه با مقادیر متغیر لگاریتم آنها نشان داد. شیب خطی را که بر روی نمودار داده‌ها وجود داشت، محاسبه کرد و دریافت که این شیب به‌طور تقریبی، برابر با ۲ است. لوتکا مؤلفان با برون‌دادهای عملی زیاد را در نظر نگرفت. در

1. Alfred J. Lotka
2. Journal of the Washington Academy of Science
3. The Frequency Distribution of Scientific Productivity
4. Chemical Abstracts
5. Auerbach's Geschichtstafeln der Physik

مجموعه داده‌های خود، ۱۷ داده ابتدائی فیزیک و ۳۰ داده ابتدائی شیمی را در نظر گرفت؛ نقطه برش خود را به صورت چشمی انتخاب کرد. وی پس از تنظیم داده‌ها، فرمول عمومی ارتباط را میان فراوانی نویسندگان (y) که دارای x مقاله هستند، چنین تعیین کرد (Lotka 1926):

$$x^n y_x = c$$

که در آن x = تعداد مقاله، y = تعداد نویسندگان صاحب x مقاله، n = عدد ثابت = ۲، و c =

$$\text{مقدار ثابت} = \frac{6}{\pi^2} \text{ است.}$$

از زمان انتشار مقاله اصلی لوتکا در سال ۱۹۲۶، تحقیقات بسیاری درباره میزان برون داده‌های نویسندگان در حوزه‌های موضوعی مختلف انجام شده است. انتشارات برخاسته از تحقیق لوتکا با کار او در ارتباط است و بیشتر به اثبات و یا پشتیبانی از یافته‌های او استناد می‌کنند. هرچند که یک بازنگری از این پیشینه‌ها بیان می‌کند که مقاله لوتکا تا سال ۱۹۴۱ مورد استناد قرار نگرفت. قاعده توزیع او تا سال ۱۹۴۹ با عنوان "قاعده لوتکا" نامگذاری نشد و اینکه تا سال ۱۹۷۳ هیچ تلاشی برای بررسی کاربرد قاعده لوتکا برای سایر رشته‌ها انجام نگرفت. این مقاله سعی دارد درباره پیشینه مرتبط با قاعده لوتکا بحث کند و همچنین، تلاش می‌کند فاکتورهای مهم روش اصلی لوتکا را که در هنگام بررسی قاعده لوتکا مدنظر قرار می‌گیرند، شناسایی کند (Potter 1981).

منظور از قاعده پائو روشی است که پائو در سال ۱۹۸۵ برای بررسی انطباق قاعده لوتکا تشریح کرد که بسیار به روش به کار رفته توسط لوتکا نزدیک بود. پائو در این مطالعه، چگونگی محاسبه مقدار توان n و مقدار ثابت c را در فرمول لوتکا تشریح کرد. قاعده پائو به روشی متفاوت از قاعده لوتکا، رابطه بین نویسندگان و مقالات آنان را بررسی می‌کند و متشکل از مراحل گردآوری داده‌ها، محاسبه توان n، محاسبه مقدار ثابت c، و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۱ است. مطالعه پائو از برخی جهات متفاوت از کار لوتکا بود، از جمله در شمارش نویسندگان؛ لوتکا فقط نویسندگان اول مقالات را در مطالعه خود آورد، درحالی که پائو معتقد بود که باید همه نویسندگان یک مقاله مورد شمارش قرار گیرند. بسیاری از نویسندگان پس از پائو در این زمینه با او هم عقیده بودند. وی، همچنین علاوه بر محاسبه مقدار متغیر n و مقدار ثابت c، چگونگی تطبیق آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف را توضیح داد. نویسندگان بعدی این اثر، پائو را یک نقطه عطفی در بررسی‌های صورت گرفته در مورد محاسبه میزان برون داده‌های علمی بر پایه قاعده لوتکا می‌دانند، چرا که بسیاری از آنان از قاعده وی برای انجام مطالعات خود استفاده کرده‌اند (Pao 1986).

1. Kolmogorov-Smirnov (KS)

۶. پیشینه پژوهش

راولندز در مطالعه‌ای نشان داد که قاعده لوتکا در مورد نویسندگان مقالات پایگاه اطلاعاتی "امرالد" صادق است. ۶۵٪ نویسندگان، یک مقاله و ۱۵/۵٪ نویسندگان، دو مقاله و ۶/۷۰٪ آنها، سه مقاله داشتند. این بررسی نشان داد که نویسندگان، بیشتر مقالات خود را نزد یک ناشر خاص منتشر می‌کنند (Rowlands 2005).

پاترا، بهاتچاریا، و ورما در مطالعه‌ای به تحلیل کمی تعداد نویسندگان و مقالات آنها در حوزه علم سنجی پرداختند. آنان از بانک اطلاعاتی "چکیده‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی" استفاده کردند. از داخل این پایگاه، مشخصات ۴۰۰۰ نفر از نویسندگان استخراج شد که صاحب ۳۷۸۱ اثر بودند. برای بررسی این قاعده، آنها از روش پانو استفاده کردند. این بررسی نشان داد که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات تولیدشده توسط آنها در این پایگاه اطلاعاتی با قاعده لوتکا انطباق ندارد (Patra, Bhattacharya, and Verma 2006).

پاترا و چاند در مطالعه‌ای به بررسی میزان انطباق تعداد نویسندگان هندی و تعداد مقالات آنان در پایگاه‌های اطلاعاتی پاب‌مد^۱ و وب‌آو‌ساینس با قاعده لوتکا پرداختند. هدف آنان این بود که دریابند آیا برونادهای علمی دانشمندان علم پزشکی هند در رابطه با بیماری ایدز با قاعده لوتکا انطباق دارد؟ نام ۵۰۷۱ نویسنده بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۵ را از پایگاه‌های اشاره‌شده استخراج کردند. بررسی نشان داد که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در این دو پایگاه اطلاعات علمی با قاعده لوتکا هماهنگی ندارد (Patra and Chand 2007).

سینگ، احمد، و ناظم به بررسی میزان انطباق تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در پایگاه‌های اطلاعاتی پاب‌مد و چکیده‌نامه علوم هند^۲ و چکیده‌نامه زیست^۳ پرداختند. بررسی آنها نشان داد مقالات نویسندگان در این پایگاه‌های اطلاعات علمی با قاعده لوتکا هماهنگی ندارند (Singh, Ahmad, and Nazim 2008).

پارک به تحلیل کمی وضعیت برونادهای علمی نویسندگان کتابداری و اطلاع‌رسانی در منطقه آسیا و اقیانوسیه بین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۵ پرداخت. وی برای این کار، از پایگاه اطلاعاتی وب‌آو‌ساینس استفاده کرد. از این پایگاه اطلاعاتی، مشخصات ۱۳۱۷ مقاله در حوزه کتابداری و اطلاع‌رسانی استخراج شد که توسط ۱۹۴۰ نویسنده تألیف شده بودند. او از روش مربع معکوس لوتکا استفاده کرد و دریافت که حدود ۷۶/۹٪ کل نویسندگان، فقط یک مقاله داشتند و فقط ۲٪ نویسندگان، صاحب بیش از دو اثر بوده‌اند. در این بررسی، از هیچ آزمون آماری استفاده نشد. این بررسی نشان داد که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات تولیدشده توسط آنها در این پایگاه اطلاعاتی با قاعده لوتکا انطباق ندارد (Park 2008).

1. Pub Med

2. Indian Abstracts

3. Biological Abstract

باریوس و همکاران تحلیل کمی تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه روان‌شناسی گردشگری^۱ پرداختند. مطالعه آنها شامل آثار منتشر شده در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ بود. آنها سعی داشتند انطباق یا عدم انطباق تعداد نویسندگان و مقالات آنان را در این حوزه با قاعده لوتکا بسنجند و از روش شمارش طبیعی استفاده کردند. بر این اساس، از این پایگاه مشخصات ۸۵۴ نفر از نویسندگان استخراج شد که صاحب ۵۷۲ مقاله بودند. بررسی نشان داد تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان با قاعده اصلی مربع معکوس لوتکا انطباق ندارد. همچنین، تعداد نویسندگان مقالات با قاعده پائو انطباق دارد (Barrios et al. 2008).

سروانتس و همکاران به تحلیل کمی تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه روان‌پزشکی^۲ پرداختند. مطالعه آنها شامل آثار منتشر شده در پایگاه اطلاعاتی وب آو ناولج^۳ تا سال ۲۰۰۷ بود. آنها از قاعده پائو برای بررسی انطباق تعداد نویسندگان و مقالات آنان استفاده کردند. نتیجه مطالعه این بود که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات تولید شده توسط آنان با قاعده پائو انطباق دارد (Cervantes et al. 2009).

زینب، آنی، و انوار در مطالعه‌ای به تحلیل کمی تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در مجله علوم رایانه مالزی^۴ پرداختند. مطالعه آنان شامل مقالات منتشر شده در این مجله بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۷ بود. با استفاده از روش شمارش طبیعی، تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان با استفاده از قاعده لوتکا مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه این بود که داده‌ها با قاعده اصلی مربع معکوس لوتکا انطباق نداشت. آنان معتقدند که به گفته پاترا و چاند^۵ (در پزشکی) در برخی از حوزه‌ها قاعده لوتکا صادق نیست (Zainab, Anyi, and Anuar 2009).

زابد احمد و رحمان به تحلیل کمی تعداد نویسندگان کشور بنگلادش و تعداد مقالات آنان در حوزه موضوعی تغذیه در پایگاه اطلاعاتی پزشکی پاب‌مد بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۶ پرداختند. با استفاده از روش شمارش طبیعی، مشخصات ۹۹۸ نفر از نویسندگان استخراج شد و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان با قاعده لوتکا انطباق ندارد؛ ولی تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان با قاعده پائو انطباق دارد (Zabed Ahmad and Rahman 2009).

کشوری (۱۳۸۸) به بررسی میزان مشارکت محققان ایران در نمایه استنادی علوم، علوم اجتماعی، و هنر و علوم انسانی در پایگاه استنادی وب آو ساینس بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶

1. Psychology of Tourism
3. Web of knowledge
5. Patra and Chand

2. Psychiatry
4. Malaysian Journal of Computer Science

پرداخت. از جمله قواعد کتاب‌سنجی به کار برده شده در این پژوهش، قاعده لوتکا بود. این قاعده درباره برونادهای علمی ایرانیان در پایگاه استنادی وب آو ساینس مورد تأیید قرار گرفت. همچنین، قاعده لوتکا درباره برونادهای علمی محققان ایرانی و تعداد مدارک آنان در نمایه استنادی علوم و علوم اجتماعی نیز مورد تأیید قرار گرفت، اما برونادهای محققان ایرانی در نمایه استنادی هنر و علوم انسانی مطابق قاعده لوتکا نبود.

مصطفوی و عصاره (زودآیند) طی مطالعه‌ای به بررسی برونادهای نویسندگان ایرانی حوزه علوم و فناوری نانو^۱ در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ پرداختند. آنان در مطالعه خود انطباق تعداد نویسندگان و مقالات آنان با قواعد لوتکا و پائو را بررسی کردند. نام ۹۵۴ نویسنده بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ را از پایگاه اشاره شده استخراج کردند که در مجموع این نویسندگان صاحب ۶۱۰ مقاله بودند. بررسی نتایج نشان داد که تعداد نویسندگان و تعداد مقالات تولید شده توسط آنها در این حوزه، در پایگاه اطلاعاتی با پائو هماهنگی دارد. تعداد نویسندگان و مقالات آنان در این مطالعه، با قاعده مربع معکوس لوتکا انطباق نداشت.

همان‌طور که از بررسی پیشینه‌ها برمی‌آید، مطالعات چندانی درباره ماهیت نظری و شناسایی دقیق جوانب مختلف از جمله روش‌شناسی این قواعد صورت نگرفته است. نویسندگان و دانشمندان حوزه اطلاع‌سنجی در بیشتر موارد فقط این قواعد را به صورت کاربردی به کار گرفته‌اند و توجه چندانی به کارآیی و ثمربخشی و در نهایت نتایجی که از انجام این مطالعات به دست می‌آید، نداشته‌اند. در بیشتر مطالعات، سعی شده است یافته‌های پژوهش‌ها به صورت گزارش وضعیت موجود، منتشر شوند. در این پژوهش، سعی شده است با مطالعه معیارهای خاص بررسی این قواعد در مطالعات اطلاع‌سنجی، در جهت شناسایی و هماهنگ‌سازی این معیارها گام برداشته شود.

۷. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نظری بوده و با استفاده از قواعد و شاخص‌های علم‌سنجی انجام شده است. جامعه پژوهش متشکل از حوزه‌های موضوعی علوم رایانه با تعداد ۱۹۱۵۰ مقاله و حوزه موضوعی هوش مصنوعی با تعداد ۹۵۸ مقاله است. در این مطالعه، دو حوزه موضوعی انتخاب شده است: یک حوزه موضوعی با تعداد مقالات به نسبت زیاد (علوم رایانه) و دیگری یک حوزه موضوعی با تعداد مقالات به نسبت کم (هوش مصنوعی) تا بدین وسیله انطباق این قواعد در آنها به صورت تطبیقی بررسی شود. همچنین، باید اشاره کرد که دو حوزه موضوعی مورد مطالعه تا

1. Nanoscience and Nanotechnology

حدودی همپوشانی موضوعی دارند. گردآوری داده‌های مورد نیاز پژوهش از درون پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس در آوریل ۲۰۱۰ انجام شده است. داده‌ها در سه مرحله و با کمک سه نوع ابزار، گردآوری و طبقه‌بندی و تحلیل شدند. در مرحله اول، داده‌ها از درون پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس در قالب فایل‌های Plain Text استخراج و بر روی رایانه ذخیره شدند. در مرحله دوم، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ISI.exe (نرم‌افزار جانبی پایگاه وب آو ساینس که برای تحلیل داده‌های بازبانی شده از پایگاه، مورد استفاده قرار می‌گیرد) تحلیل و وارد برنامه صفحه‌گستر اکسل^۱ شدند. در مرحله سوم با استفاده از نرم‌افزار اکسل، شمارش‌ها و تنظیمات اولیه صورت گرفت و آماده شمارش تحلیل نهایی شد. داده‌های این پژوهش از پایگاه استنادی وب آو ساینس استخراج شد. ابزار گردآوری و استخراج داده‌ها بخش تحلیل پایگاه وب آو ساینس است. باید توجه داشت که یکی از ویژگی‌های این پایگاه، استخراج حداکثر ۵۰۰ رکورد در هر مرحله است. بنابراین، برای ذخیره اطلاعات کتابشناختی حدود ۱۹۱۵۰ مقاله، باید آنها را در ۳۹ مرحله و در قالب ۳۹ فایل بر روی رایانه ذخیره نمود.

روش‌های مختلف شمارش نویسندگان آثار عبارتند از: شمارش نویسنده اول^۲، شمارش کامل^۳ (شمارش همه نویسندگان یک مقاله)، شمارش کسری^۴ (هر یک از نویسندگان نسبت به کل نویسندگان امتیاز می‌گیرند؛ به‌عنوان مثال، اگر مقاله‌ای ۴ نویسنده داشته باشد، امتیاز هر یک از نویسندگان برابر یک‌چهارم است)، و شمارش نسبی^۵ (نیمی از امتیاز به نویسنده اول و نیم دیگر امتیاز بین باقی نویسندگان تقسیم می‌شود). دیوداتو سه روش شمارش متعادل و کامل و مستقیم را مورد قبول و کارآمد می‌داند. او این سه روش را روش‌های پذیرفته‌شده و مورد قبول معرفی می‌کند و با توضیح همه این روش‌ها اشاره می‌کند که لوتکا از روش شمارش نویسنده اول استفاده کرده است (Diodato 1994). ولی، پائو همچون بسیاری از نویسندگان معتقد است که باید از روش شمارش کامل (شمارش همه نویسندگان یک اثر) استفاده کرد. در پژوهش حاضر نیز از روش شمارش کامل استفاده شده است.

۸. تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج شمارش تعداد نویسندگان و تعداد مقالات تألیف‌شده توسط آنان و همچنین نسبت تعداد نویسندگان به مقالات در هر یک از حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی در پایگاه وب

1. Excel

2. First author count

3. Total author count

4. Fractional author count

5. Proportional author count

آو ساینس در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ در جدول ۱ نمایش داده شده است. تعداد کل مقالات موجود در حوزه علوم رایانه در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس ۱۹۱۵۰ مقاله و در حوزه هوش مصنوعی شامل ۹۵۸ مقاله در بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹ است. همچنین، نسبت تعداد نویسندگان به مقالات علوم رایانه برابر با ۲/۳۸ (یعنی به‌ازای هر مقاله ۲/۴۱ نویسنده) و این نسبت برای هوش مصنوعی برابر با ۲/۵۹ (یعنی به‌ازای هر مقاله ۲/۵۹ نویسنده) است.

جدول ۱. تعداد مقالات حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی

هوش مصنوعی	علوم رایانه	حوزه
		اطلاعات
۹۵۸	۱۹۱۵۰	تعداد مقالات
۲۴۸۷	۴۵۷۱۳	تعداد نویسندگان
۲/۵۹	۲/۳۸	نسبت تعداد نویسندگان به مقالات

۸-۱. انطباق نویسندگان مقالات علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده لوتکا

بررسی انطباق نویسندگان علوم رایانه و مقالات آنان با قاعده لوتکا با استفاده از فرمول لوتکا $(x^n)y_x = c$ و با احتساب $n = 2$ و $c = 0.6079$ ، انجام گرفت. ابتدا با استفاده از فرمول لوتکا، مقادیر مختلف برای هر یک از نویسندگان صاحب ۱، ۲، ۳ و ... مقاله محاسبه شد و سپس نتایج حاصل از اختلاف مقادیر مختلف با استفاده از آزمون آماری کلوموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است بیشترین اختلاف بسامد با استفاده از آزمون آماری، مربوط به نویسندگان صاحب یک مقاله (برابر با ۰/۰۸۱۱) است. همچنین، مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۱ درصد برابر با ۰/۰۰۷۶ محاسبه شد. از آنجا که بیشترین مقدار اختلاف بسامدها (۰/۰۸۱۱) بزرگ‌تر از مقدار بحرانی (۰/۰۰۷۶) است، رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان با احتمال ۹۹ درصد با قاعده لوتکا انطباق ندارد.

جدول ۲. تعداد نویسندگان حوزه علوم رایانه
در وب آو ساینس براساس مقیاس لوتکا در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹

تعداد مقالات	تعداد نویسندگان (x)	درصد اسامی نویسندگان (y)	فراوانی تجمعی درصد اسامی نویسندگان	مقیاس لوتکا (مقدار مورد انتظار) (c)	فراوانی تجمعی مقیاس لوتکا	اختلاف بین بسامدها (D)
۱	۳۱۹۰۳	۰/۶۸۹۰	۰/۶۸۹۰	۰/۶۰۷۹	۰/۶۰۷۹	۰/۰۸۱۱
۲	۶۶۳۵	۰/۱۴۳۳	۰/۸۳۲۳	۰/۱۵۲۰	۰/۷۵۹۹	۰/۰۷۲۴
۳	۲۶۴۸	۰/۰۵۷۲	۰/۰۸۸۹۵	۰/۰۶۷۵	۰/۸۲۷۴	۰/۰۶۲۱
۴	۱۳۸۰	۰/۰۲۹۸	۰/۹۱۹۳	۰/۰۳۸۰	۰/۸۶۵۴	۰/۰۵۳۹
۵	۸۳۳	۰/۰۱۸۰	۰/۹۳۷۳	۰/۰۲۴۳	۰/۸۸۹۷	۰/۰۴۷۶
۶	۵۵۱	۰/۰۱۱۹	۰/۹۴۹۲	۰/۰۱۶۹	۰/۹۰۶۶	۰/۰۴۲۶
۷	۳۸۸	۰/۰۰۸۴	۰/۹۵۷۶	۰/۰۱۲۴	۰/۹۱۹۰	۰/۰۳۸۶
۸	۲۸۷	۰/۰۰۶۲	۰/۹۶۳۸	۰/۰۰۹۵	۰/۹۲۸۵	۰/۰۳۵۳
۹	۲۲۲	۰/۰۰۴۸	۰/۹۶۸۶	۰/۰۰۷۵	۰/۹۳۶۰	۰/۰۳۲۶
۱۰	۱۷۱	۰/۰۰۳۷	۰/۹۷۲۳	۰/۰۰۶۱	۰/۹۴۲۱	۰/۰۳۰۲
۱۱	۱۳۹	۰/۰۰۳۰	۰/۹۷۵۳	۰/۰۰۵۱	۰/۹۴۷۲	۰/۰۲۸۱
۱۲	۱۱۱	۰/۰۰۲۴	۰/۹۷۷۷	۰/۰۰۴۲	۰/۹۵۱۴	۰/۰۲۶۳
۱۳	۹۲	۰/۰۰۱۹	۰/۹۷۹۶	۰/۰۰۳۵	۰/۹۵۴۹	۰/۰۲۴۷
۱۴	۷۹	۰/۰۰۱۷	۰/۹۸۱۳	۰/۰۰۳۱	۰/۹۵۸۰	۰/۰۲۳۳
۱۵	۶۵	۰/۰۰۱۴	۰/۹۸۲۷	۰/۰۰۲۷	۰/۹۶۰۷	۰/۰۲۲۰
۱۶	۵۶	۰/۰۰۱۲	۰/۹۸۳۹	۰/۰۰۲۳	۰/۹۶۳۰	۰/۰۲۰۹
۱۷	۵۱	۰/۰۰۱۱	۰/۹۸۵۰	۰/۰۰۲۱	۰/۹۶۵۱	۰/۰۱۹۹
۱۸	۴۲	۰/۰۰۰۹	۰/۹۸۵۹	۰/۰۰۱۸	۰/۹۶۶۹	۰/۰۱۹۰
۱۹	۳۷	۰/۰۰۰۸	۰/۹۸۶۷	۰/۰۰۱۶	۰/۹۶۸۵	۰/۰۱۸۲
۲۰	۱۷	۰/۰۰۰۴	۰/۹۸۷۱	۰/۰۰۱۵	۰/۹۷۰۰	۰/۰۱۷۱
۲۱	۵	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۷۲	۰/۰۰۱۳	۰/۹۷۱۳	۰/۰۱۵۹
۲۲	۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۹۸۷۲۸	۰/۰۰۱۲	۰/۹۷۲۵	۰/۰۱۴۷
۲۳	۲	۰/۰۰۰۰۴	۰/۹۸۷۳۲	۰/۰۰۱۱	۰/۹۷۳۶	۰/۰۱۳۷
۲۴	۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۹۸۷۳۴	۰/۰۰۱۰	۰/۹۷۴۷	۰/۰۱۲۷
کل	۴۵۷۱۳					

بررسی انطباق نویسندگان هوش مصنوعی و مقالات آنان با قاعده لوتکا با استفاده از فرمول لوتکا ($x^n y_x = c$) و با احتساب $n = 2$ و $c = 0.6079$ ، انجام گرفت. ابتدا با استفاده از فرمول لوتکا مقادیر مختلف برای هر یک از نویسندگان صاحب ۱، ۲، ۳ و ... مقاله محاسبه شد و سپس نتایج حاصل از اختلاف مقادیر مختلف با استفاده از آزمون آماری کلموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. همان گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است بیشترین اختلاف بسامد با استفاده از آزمون آماری مربوط به نویسندگان صاحب یک مقاله (برابر با ۰/۲۰۲۷) است. همچنین، مقدار بحرانی در سطح معنی داری ۱ درصد برابر با ۰/۰۳۲۶ محاسبه شد. از آنجاکه بیشترین مقدار اختلاف بسامدها (۰/۲۰۲۷) بزرگتر از مقدار بحرانی (۰/۰۳۲۶) است، رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان با احتمال ۹۹ درصد با قاعده لوتکا انطباق ندارد.

جدول ۳. تعداد نویسندگان حوزه هوش مصنوعی

در وب آو ساینس بر اساس مقیاس لوتکا در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹

تعداد مقالات	تعداد نویسندگان (x)	درصد اسامی نویسندگان (y)	فراوانی تجمعی درصد اسامی نویسندگان	مقیاس لوتکا (مقدار مورد انتظار) (c)	فراوانی تجمعی مقیاس لوتکا	اختلاف بین بسامدها (D)
۱	۲۰۱۶	۰/۸۱۰۶	۰/۸۱۰۶	۰/۶۰۷۹	۰/۶۰۷۹	۰/۲۰۲۷
۲	۱۹۹	۰/۰۸۰۰	۰/۸۹۰۶	۰/۱۵۲۰	۰/۷۵۹۹	۰/۱۳۰۷
۳	۱۰۰	۰/۰۴۰۲	۰/۹۳۰۸	۰/۰۶۷۵	۰/۸۲۷۴	۰/۱۰۳۴
۴	۷۰	۰/۰۲۸۱	۰/۹۵۸۹	۰/۰۳۸۰	۰/۸۶۵۴	۰/۰۹۳۵
۵	۴۳	۰/۰۱۷۲	۰/۹۷۶۱	۰/۰۲۴۳	۰/۸۸۹۷	۰/۰۸۶۴
۶	۲۵	۰/۰۱۰۰	۰/۹۸۶۱	۰/۰۱۶۹	۰/۹۰۶۶	۰/۰۷۹۵
۷	۱۳	۰/۰۰۵۳	۰/۹۹۱۴	۰/۰۱۲۴	۰/۹۱۸۰	۰/۰۷۳۴
۸	۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۹۹۵۴	۰/۰۰۹۵	۰/۹۲۸۵	۰/۰۶۶۹
۹	۸	۰/۰۰۳۲	۰/۹۹۸۶	۰/۰۰۷۵	۰/۹۳۶۰	۰/۰۶۲۶
۱۰	۱	۰/۰۰۰۴	۰/۹۹۹۰	۰/۰۰۶۱	۰/۹۴۲۱	۰/۰۵۶۹
۱۱	۱	۰/۰۰۰۴	۰/۹۹۹۴	۰/۰۰۵۱	۰/۹۴۷۲	۰/۰۵۲۲
۱۲	۱	۰/۰۰۰۴	۰/۹۹۹۸	۰/۰۰۴۲	۰/۹۵۱۴	۰/۰۴۸۴
کل	۲۴۸۷					

۸-۲. انطباق نویسندگان مقالات علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده پائو

به منظور بررسی انطباق قاعده پائو با تعداد نویسندگان و مقالات آنان، به ترتیب به محاسبه توان n ، محاسبه مقدار c ، و در نهایت بررسی انطباق مقادیر مشاهده شده با مقادیر مورد انتظار با استفاده از آزمون آماری کلموگروف - اسمیرنوف پرداخته شد. داده‌های مورد نیاز برای محاسبه میانگین n در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین مقدار n با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{10(17.7032) - (6.5598)(30.1474)}{10(5.2152) - (6.5598)^2} = -2.2726$$

N = تعداد داده‌ها، X = لگاریتم x (تعداد مقالات)، Y = لگاریتم y (تعداد نویسندگان)

جدول ۴. داده‌های مورد نیاز برای محاسبه توان n در علوم رایانه برای تعداد مقالات

X^2	XY	Y	X	تعداد نویسندگان صاحب x مقاله (y)	تعداد مقالات (x)
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۴/۵۰۳۸	۰/۰۰۰۰	۳۱۹۰۳	۱
۰/۰۹۰۶	۱/۱۵۰۳	۳/۸۲۱۸	۰/۳۰۱۰	۶۶۳۵	۲
۰/۲۲۷۶	۱/۶۳۳۱	۳/۴۲۳۰	۰/۴۷۷۱	۲۶۴۸	۳
۰/۳۶۲۵	۱/۸۹۰۵	۳/۱۴۰۰	۰/۶۰۲۱	۱۳۸۰	۴
۰/۴۸۸۶	۲/۰۴۱۴	۲/۹۲۰۶	۰/۶۹۹۰	۸۳۳	۵
۰/۶۰۵۶	۲/۱۳۳۱	۲/۷۴۱۱	۰/۷۷۸۲	۵۵۱	۶
۰/۷۱۴۲	۲/۱۶۳۴	۲/۵۶۰۰	۰/۸۴۵۱	۳۸۸	۷
۰/۸۱۵۶	۲/۲۱۹۶	۲/۴۵۷۸	۰/۹۰۳۱	۲۸۷	۸
۰/۹۱۰۵	۲/۲۳۸۸	۲/۳۴۶۳	۰/۹۵۴۲	۲۲۲	۹
۱/۰۰۰۰	۲/۲۳۳۰	۲/۲۳۳۰	۱/۰۰۰۰	۱۷۱	۱۰
۵/۲۱۵۲	۱۷/۷۰۳۲	۳۰/۱۴۷۴	۶/۵۵۹۸	۴۵۰۱۸	

میانگین مقدار n برابر با ۲/۲۷۲۶ است. با استفاده از مقدار n مقدار ثابت c برای استفاده در قاعده پائو محاسبه شده است. مقدار ثابت c برابر است با معکوس حاصل رابطه زیر:

$$\sum \frac{1}{x^n}$$

مجموع این سری برابر است با:

$$\sum \frac{1}{x^n} = \sum_1^{p-1} \frac{1}{x^n} + \frac{1}{(n-1) \times (p^{n-1})} + \frac{1}{2p^n} + \frac{n}{24(p-1)^{n+1}}$$

از این رو، مقدار c برابر است با:

$$c = \frac{1}{\left[\sum_1^{p-1} \frac{1}{x^n} + \frac{1}{(n-1) \times (p^{n-1})} + \frac{1}{2p^n} + \frac{n}{24(p-1)^{n+1}} \right]}$$

برای محاسبه مخرج کسر، ۲۰ مقدار اول سری زیر باید محاسبه شود (Pao 1985).

$$\sum \frac{1}{x^n} = \sum_1^{p-1} \frac{1}{x^n} + \frac{1}{(n-1)(p^{n-1})} + \frac{1}{2p^n} + \frac{n}{24(p-1)^{n+1}}$$

$$\sum \frac{1}{x^{2.2726}} = \sum_1^{19} \frac{1}{x^{2.2726}} + \frac{1}{(1.2726)(20^{1.2726})} + \frac{1}{2(20)^{2.2726}} + \frac{2.2726}{24(19)^{3.2726}}$$

$$\sum \frac{1}{x^{2.2726}} = 1.4474$$

$$c = \frac{1}{1.4474} = 0.6908$$

همان گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است، با استفاده از مقدار c مقادیر مختلف برای هر یک از نویسندگان صاحب ۲، ۳ و ... مقاله محاسبه شد و سپس نتایج حاصل از اختلاف مقادیر مختلف با استفاده از آزمون آماری کلموگروف - اسمیرنوف تعیین شد. بیشترین اختلاف بسامد با استفاده از آزمون آماری کلموگروف - اسمیرنوف مربوط به نویسندگان صاحب ۳ مقاله (برابر با ۰/۰۰۷۳) است. همچنین، مقدار بحرانی در سطح معنی داری ۱ درصد برابر با ۰/۰۰۷۶ محاسبه شد. از آنجا که بیشترین مقدار اختلاف بسامدها (۰/۰۰۷۳) کمتر از مقدار بحرانی (۰/۰۰۷۶) است، رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه علوم رایانه با احتمال ۹۹ درصد با قاعده پائو انطباق دارد.

جدول ۵. تعداد نویسندگان علوم رایانه
در پایگاه وب آو ساینس براساس مقیاس پائو در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۹

تعداد مقالات	تعداد نویسندگان	درصد اسامی نویسندگان	فراوانی تجمعی درصد اسامی نویسندگان	مقیاس پائو (مقدار مورد انتظار)	فراوانی تجمعی مقیاس پائو	اختلاف بین بسامدها (D)
۱	۳۱۹۰۳	۰/۶۸۹۰	۰/۶۸۹۰	۰/۶۹۰۸	۰/۶۹۰۸	۰/۰۰۱۸
۲	۶۶۳۵	۰/۱۴۳۳	۰/۸۳۲۳	۰/۱۴۰۹	۰/۸۳۱۷	۰/۰۰۰۷
۳	۲۶۴۸	۰/۰۵۷۲	۰/۸۸۹۵	۰/۰۵۶۰	۰/۸۸۱۷	۰/۰۰۷۳
۴	۱۳۸۰	۰/۰۲۹۸	۰/۹۱۹۳	۰/۰۲۹۱	۰/۹۱۶۸	۰/۰۰۲۵
۵	۸۳۳	۰/۰۱۸۰	۰/۹۳۷۳	۰/۰۱۷۵	۰/۹۳۴۳	۰/۰۰۳۰
۶	۵۵۱	۰/۰۱۱۹	۰/۹۴۹۲	۰/۰۱۱۶	۰/۹۴۵۹	۰/۰۰۳۳
۷	۳۸۸	۰/۰۰۸۴	۰/۹۵۷۶	۰/۰۰۸۱	۰/۹۵۴۰	۰/۰۰۳۶
۸	۲۸۷	۰/۰۰۶۲	۰/۹۶۳۸	۰/۰۰۶۰	۰/۹۶۰۰	۰/۰۰۳۸
۹	۲۲۲	۰/۰۰۴۸	۰/۹۶۸۶	۰/۰۰۴۶	۰/۹۶۴۶	۰/۰۰۴۰
۱۰	۱۷۱	۰/۰۰۳۷	۰/۹۷۲۳	۰/۰۰۳۶	۰/۹۶۸۲	۰/۰۰۴۱
۱۱	۱۳۹	۰/۰۰۳۰	۰/۹۷۵۳	۰/۰۰۲۹	۰/۹۷۱۱	۰/۰۰۴۲
۱۲	۱۱۱	۰/۰۰۲۴	۰/۹۷۷۷	۰/۰۰۲۴	۰/۹۷۳۵	۰/۰۰۵۸
۱۳	۹۲	۰/۰۰۱۹	۰/۹۷۹۶	۰/۰۰۲۰	۰/۹۷۵۵	۰/۰۰۴۱
۱۴	۷۹	۰/۰۰۱۷	۰/۹۸۱۳	۰/۰۰۱۶	۰/۹۷۷۱	۰/۰۰۴۲
۱۵	۶۵	۰/۰۰۱۴	۰/۹۸۲۷	۰/۰۰۱۴	۰/۹۷۸۵	۰/۰۰۴۲
۱۶	۵۶	۰/۰۰۱۲	۰/۹۸۳۹	۰/۰۰۱۲	۰/۹۷۹۷	۰/۰۰۴۲
۱۷	۵۱	۰/۰۰۱۱	۰/۹۸۵۰	۰/۰۰۱۱	۰/۹۸۰۸	۰/۰۰۴۲
۱۸	۴۲	۰/۰۰۰۹	۰/۹۸۵۹	۰/۰۰۰۹	۰/۹۸۱۷	۰/۰۰۴۲
۱۹	۳۷	۰/۰۰۰۸	۰/۹۸۶۷	۰/۰۰۰۸	۰/۹۸۲۵	۰/۰۰۴۲
۲۰	۱۷	۰/۰۰۰۴	۰/۹۸۷۱	۰/۰۰۰۷	۰/۹۸۳۲	۰/۰۰۳۹
۲۱	۵	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۷۲	۰/۰۰۰۶۸	۰/۹۸۳۸	۰/۰۰۳۴
۲۲	۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۹۸۷۲۸	۰/۰۰۰۶۷	۰/۹۸۴۴	۰/۰۰۲۸
۲۳	۲	۰/۰۰۰۰۴	۰/۹۸۷۳۲	۰/۰۰۰۵۵	۰/۹۸۴۹	۰/۰۰۲۴
۲۴	۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۹۸۷۳۴	۰/۰۰۰۰۵	۰/۹۸۵۴	۰/۰۰۱۹
کل	۴۵۷۱۳					

به منظور بررسی انطباق تعداد نویسندگان و مقالات آنان در حوزه هوش مصنوعی با قاعده پائو، به ترتیب به محاسبه توان n ، محاسبه مقدار c ، و در نهایت بررسی انطباق مقادیر مشاهده شده با مقادیر مورد انتظار با استفاده از آزمون آماری پرداخته شد. مقدار n برابر با $2/7103$ و همچنین با استفاده از مقدار n مقدار c برابر با $0/7882$ محاسبه گردید. با استفاده از مقدار c مقادیر مختلف برای هر یک از نویسندگان صاحب ۲، ۳ و ... مقاله محاسبه شد، سپس نتایج حاصل از اختلاف مقادیر مختلف با استفاده از آزمون آماری تعیین شد. بیشترین اختلاف بسامد مشاهده شده مربوط به نویسندگان صاحب یک مقاله (برابر با $0/2224$) است. همچنین، مقدار بحرانی در سطح معنی داری ۱ درصد برابر با $0/3226$ محاسبه شد. از آنجا که بیشترین مقدار اختلاف بسامدها ($0/2224$) کمتر از مقدار بحرانی ($0/3226$) است، رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه هوش مصنوعی با احتمال ۹۹ درصد با قاعده پائو انطباق دارد.

۸-۳. انطباق میزان "همکاری در تألیف" نویسندگان علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده پائو

در اینجا، تعداد همکاری در تألیف نویسندگان حوزه علوم رایانه جایگزین تعداد مقالات در قاعده پائو شده است. در مجموع، تعداد 15404 نویسنده همکار در تألیف مقالات حوزه علوم رایانه حضور داشته‌اند. تعداد همکاری در تألیف مقالات دونویسنده‌ای بیش از سایر همکاری‌ها، رتبه اول را به خود اختصاص داده است. پس از آن، همکاری‌های سه‌نویسنده‌ای و چهارنویسنده‌ای به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. در اینجا، به منظور بررسی انطباق قاعده پائو با تعداد نویسندگان و تعداد همکاری در تألیف آنان، به ترتیب به محاسبه توان n ، محاسبه مقدار c ، و آزمون آماری پرداخته شد. مقدار n برابر $2/2777$ و مقدار c برابر $0/6910$ محاسبه شد. با استفاده از مقدار c ، مقادیر مختلف برای هر یک از نویسندگان دارای ۱، ۲ و ... همکاری محاسبه شد و سپس نتایج حاصل از اختلاف مقادیر مختلف با استفاده از آزمون آماری تعیین شد. بیشترین اختلاف بسامد مربوط به همکاری دونویسنده‌ای (برابر با $0/3171$) است. همچنین، مقدار بحرانی در سطح معنی داری ۱ درصد برابر با $0/1311$ محاسبه شد. از آنجا که بیشترین مقدار اختلاف بسامدها ($0/3171$) بزرگ‌تر از مقدار بحرانی ($0/1311$) است، رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد همکاری در تألیف آنان در حوزه علوم کامپیوتر به احتمال ۹۹ درصد با قاعده پائو انطباق ندارد.

در ادامه، تعداد همکاری در تألیف نویسندگان حوزه هوش مصنوعی، جایگزین تعداد مقالات در قاعده پائو شد. در مجموع، 768 نویسنده همکار در تألیف مقالات این حوزه حضور داشته‌اند. در اینجا نیز تعداد همکاری در تألیف مقالات دونویسنده‌ای بیش از سایر همکاری‌ها، رتبه اول را به خود اختصاص داده است. پس از آن، همکاری‌های سه‌نویسنده‌ای و چهارنویسنده‌ای

به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. مقدار n برابر ۳ و مقدار c برابر $0/8325$ محاسبه شد. با استفاده از مقدار c ، مقادیر مختلف برای هر یک از نویسندگان دارای ۱، ۲ و ... همکاری محاسبه شد و سپس نتایج حاصل از اختلاف مقادیر مختلف با استفاده از آزمون آماری تعیین شد. بیشترین اختلاف بسامد مربوط به همکاری دونویسنده‌ای (برابر با $0/3508$) است. همچنین، مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۱ درصد برابر با $0/0558$ محاسبه شد. از آنجا که بیشترین مقدار اختلاف بسامدها ($0/3508$) بزرگ‌تر از مقدار بحرانی ($0/0558$) است، رابطه بین تعداد نویسندگان و تعداد همکاری در تألیف آنان در حوزه علوم کامپیوتر به احتمال ۹۹ درصد با قاعده پائو انطباق ندارد.

۹. بحث و نتیجه‌گیری

۹-۱. انطباق نویسندگان مقالات حوزه علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده لوتکا

یافته‌ها نشان دادند که در علوم رایانه، ۱۹۱۵۰ مقاله توسط ۴۵۷۱۳ نویسنده تألیف شده است. تعداد $68/90\%$ نویسندگان، هر کدام فقط یک مقاله و $14/33\%$ دو مقاله و $5/72\%$ سه مقاله داشته‌اند. بررسی نشان داد تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه علوم رایانه در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس مطابق قاعده لوتکا نیست. این نتیجه، نتیجه مطالعه پاتر^۱ و مطالعه پائو^۲ را تأیید می‌کند. نتایج مطالعه راولندز^۳ با توجه به اینکه این نویسندگان از هیچ آزمون آماری برای بررسی انطباق داده‌ها استفاده نکرده بودند، تأیید نشد.

یافته‌ها نشان دادند که در هوش مصنوعی، ۹۵۸ مقاله توسط ۲۴۸۷ نویسنده تألیف شده است. تعداد $81/06\%$ نویسندگان، هر کدام فقط یک مقاله و 8% آنان دو مقاله و $4/02\%$ سه مقاله داشته‌اند. بررسی نشان داد تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس با قاعده لوتکا انطباق ندارد. این نتیجه، نتیجه مطالعه پاتر؛ پائو؛ بنیتو و دیگران؛ باریوس و دیگران؛ سینگ، احمد، و ناظم؛ پارک؛ زینب، آنی، و آنوار؛ زابد احمد و رحمان؛ سینگ، میتال، و احمد؛ و مصطفوی و عصاره تأیید می‌کند (Potter 1981; Pao 1986; Singh, Ahmad, and Nazim 2008; Park 2008; Zainab, Anyi, and Anuar 2009; Zayed Ahmad and Rahman 2009; Esvareh Zoda).

۹-۲. انطباق نویسندگان مقالات حوزه علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده پائو

به منظور بررسی انطباق نویسندگان مقالات با قاعده پائو، مقدار توان n برابر $2/2627$ و مقدار

1. Potter

2. Pao

3. Rowlands

c برابر ۰/۶۹۰۸ محاسبه شد. سپس، تعداد نویسندگان صاحب ۲، ۳، ... مقاله براساس مقیاس پائو محاسبه شد و با استفاده از آزمون آماری مشخص گردید که با احتمال ۹۹ درصد، بیشترین مقدار اختلاف بسامدها کمتر از مقدار بحرانی است. از این رو، تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در علوم رایانه در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس با قاعده پائو انطباق دارد. این نتیجه مؤید نتایج مطالعه پائو است.

به منظور بررسی انطباق تعداد نویسندگان و مقالات آنان با قاعده پائو، مقدار توان n برابر ۲/۲۷۰۱ و مقدار c برابر ۰/۷۸۸۲ محاسبه شد. سپس، تعداد نویسندگان صاحب ۲، ۳، ... مقاله براساس مقیاس پائو محاسبه شد و با استفاده از آزمون آماری مشخص گردید که با احتمال ۹۹ درصد، بیشترین مقدار اختلاف بسامدها کمتر از مقدار بحرانی است. از این رو، تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان در حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس با قاعده پائو انطباق دارد. این نتیجه، نتایج مطالعات پاترا و چاند؛ باریوس و دیگران؛ بیتکو و دیگران؛ سینک و احمد؛ و ناظم؛ پارک، سروانتس و دیگران، زابد احمد و رحمان؛ و همچنین مطالعه مصطفوی و عصاره را تأیید می کند (Patra and Chand 2007; Petek 2008; Benito et al. 2008; Singh, Ahmad, and Nazim 2008; Park 2008; Cervantes et al. 2009; Zabd Ahmad and Rahman 2009; مصطفوی و عصاره زود آیند).

۳-۹. انطباق نویسندگان با تعداد "همکاری در تألیف" آنان در حوزه‌های علوم رایانه و هوش مصنوعی با قاعده پائو

با توجه به اینکه نتایج بسیاری از مطالعات در حوزه‌های مختلف در رابطه با قواعد لوتکا و پائو همسان نبود، برخی از نویسندگان احتمال می‌دهند که باید روش بررسی این قواعد تغییر یابد. از این رو، تعداد همکاری در تألیف نویسندگان، جایگزین تعداد مقالات در قاعده پائو شده است. این احتمال از آنجایی نشأت می‌گیرد که یک رابطه بسیار قوی بین تعداد مقالات و متوسط تعداد نویسندگان هر مقاله وجود داشت. ولی از آنجا که در مطالعات پیشین، این موضوع به طور وسیع مورد مطالعه قرار نگرفته بود، در پژوهش حاضر مورد مطالعه قرار گرفت. برای این کار، تعداد همکاری در تألیف، جایگزین تعداد مقالات در قاعده پائو شد به طوری که در آثار چندنویسنده‌ای، تعداد همکاری‌ها شمارش شد. یافته‌ها از این قرار بود که در علوم رایانه، ۱۵۴۰۴ همکاری در تألیف صورت گرفته است. بیشترین همکاری مشاهده شده نیز مربوط به مقاله‌ای است که از مشارکت ۳۴۳ نویسنده حاصل شده است. در ادامه، مقدار n برابر ۲/۲۷۷۷ و مقدار c برابر ۰/۶۹۱۰ مورد محاسبه قرار گرفت. بررسی نشان داد با احتمال ۹۹ درصد، بیشترین مقدار اختلاف بسامدها بزرگ‌تر از مقدار بحرانی است. از این رو، تعداد نویسندگان و تعداد همکاری در تألیف آنان در حوزه علوم رایانه با قاعده پائو انطباق ندارد.

یافته‌ها نشان دادند که در هوش مصنوعی، ۷۶۸ همکاری در تألیف صورت گرفته است. بیشترین همکاری مشاهده شده نیز مربوط به مقاله‌ای است که از مشارکت ۲۳ نویسنده حاصل شده است. در ادامه، مقدار n برابر ۳ و مقدار c برابر ۰/۸۳۲۵ محاسبه شد. بررسی نشان داد با احتمال ۹۹ درصد، بیشترین مقدار اختلاف بسامدها بزرگ‌تر از مقدار بحرانی است. از این‌رو، تعداد نویسندگان و تعداد همکاری در تألیف آنان در هوش مصنوعی با قاعده پائو انطباق ندارد. این نتیجه مؤید نتایج مطالعات کین؛ و گوپتا و کاریزیدپا بود (Qin 1995; Gupta and Karisiddippa 1999).

۱۰. پیشنهادهای پژوهش

برای مقایسه‌پذیر ساختن نتایج و یافته‌های پژوهش‌های مختلف، هماهنگی ساختن روش‌های بررسی این قواعد، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. بررسی مطالعات موجود با موضوع قواعد لوتکا و پائو نشان می‌دهد که هر یک از نویسندگان مطالعات از روش‌شناسی‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. تفاوت‌های موجود در مطالعات شامل استفاده از هر یک از قواعد لوتکا یا پائو، روش شمارش نویسندگان، حوزه موضوعی، بازه زمانی، و آزمون آماری است. در این بخش، هر یک از آنها به‌طور مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرند.

استفاده از یک مدل شناخته شده مانند قاعده لوتکا و یا قاعده پائو برای بررسی رابطه بین تعداد نویسندگان و مقالات آنان در یک حوزه موضوعی می‌تواند مفید باشد. بررسی مطالعات نشان می‌دهد که در هر یک از آنها به تناوب از قواعد لوتکا یا پائو برای بررسی تعداد نویسندگان و تعداد مقالات آنان استفاده شده است. همچنین، برخی از مطالعات در مسیر سنجش میزان برون‌دادهای علمی نویسندگان فقط به ارائه گزارش‌های کمی و آماری پرداخته‌اند و از هیچ قاعده (و یا قواعدی) برای بررسی تعداد نویسندگان و مقالات استفاده نکرده‌اند (Nicholls 1986). همان‌طور که در بررسی متون مشخص شد، پائو بیشترین تغییرات در بررسی قاعده لوتکا را به‌وجود آورده است که روش او با عنوان "قاعده پائو" نام‌گذاری شده است. بررسی متون نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات، به‌ویژه در سال‌های اخیر از قاعده پائو استفاده کرده‌اند. گروه دیگری از مطالعات وجود دارند که از هر دو قاعده لوتکا و پائو بهره‌جسته‌اند. می‌توان گفت با توجه به انطباق روش‌شناسی مطالعات در سطح ملی و بین‌المللی، استفاده از یک روش‌شناسی واحد همچون قاعده پائو می‌تواند نتایج و یافته‌های حاصل از این مطالعات را مطمئن‌تر و مقایسه‌پذیر سازد.

در مطالعه قواعد لوتکا و پائو مشکل اصلی در شمارش نویسندگان مقالات چندنویسنده‌ای است. هم‌نویسندگی حاصل همکاری رسمی نویسندگان در خلق آثار علمی است که به‌سرعت در بین رشته‌های مختلف در حال گسترش است، هرچند که میزان همکاری در حوزه‌های مختلف

علمی متفاوت است. از این رو، معیارهای اندازه گیری تولیدات علمی باید هم‌نویسندگی را هم مد نظر قرار دهند. معیار عمومی، شمارش کامل همه نویسندگان است (Nicholls 1989). شمارش متعادل، معیاری پیوسته است و در این مطالعات که به طور کامل جنبه گسسته دارد، مناسب نیست. همچنین، برای بررسی قواعد لوتکا و پائو نمی‌توان از روش شمارش کسری استفاده کرد؛ زیرا شمارش کسری برای مقالات چندنویسنده‌ای بین صفر و یک نوسان خواهد داشت. این بدین معنی است که وزن مقالات با تغییر تعداد نویسندگان یک مقاله، تغییر خواهد کرد چرا که با افزایش تعداد نویسندگان مقالات، سهم هر یک از نویسندگان کاهش می‌یابد. در شمارش نویسنده اول نیز نویسندگان همکار امتیاز دریافت نمی‌کنند. پائو از شمارش کامل استفاده کرد. پس از وی، به طور تقریبی همه مطالعات صورت گرفته در این حیطه از شمارش کامل استفاده کرده‌اند (Egghe 2004).

در انتخاب حوزه موضوعی باید به دو نکته توجه کرد: الف) کلی یا اخص بودن حوزه موضوعی (لوتکا دو حوزه موضوعی وسیع شیمی و فیزیک را مورد مطالعه قرار داد؛ ب) مطالعه دو یا چند حوزه موضوعی به صورت یک‌جا نیز نمی‌تواند نتایجی مشابه نتایج لوتکا و پائو را دربر داشته باشد، چرا که لوتکا این دو حوزه را به طور مجزا مطالعه کرد. مطالعه چند موضوع در یک مجموعه، به سبب حجم زیاد آنها اگر نگوییم ناممکن است، به سادگی امکان‌پذیر نیست. بررسی متون نشان می‌دهد هنگامی که حوزه موضوعی مطالعه خیلی خاص در نظر گرفته می‌شود، نتایج یافته‌ها به طور دقیق، قاعده لوتکا و پائو را تأیید نمی‌کنند در حالی که با انتخاب حوزه موضوعی وسیع نتایج یافته‌ها انطباق بیشتری با این قواعد دارد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعه یک یا دو مجله خاص در یک بازه زمانی طولانی‌مدت یا مطالعه مقالات نمایه‌شده در چندین مجله (یک حوزه خاص از علوم) در یک بازه زمانی کوتاه‌مدت منجر به نتیجه مطالعه لوتکا و پائو نخواهد شد، چرا که در هر دوی این حالات تعداد بی‌شماری از نویسندگان یک حوزه موضوعی در جامعه مطالعه قرار نخواهد داشت. باید توجه داشت مطالعه لوتکا از این، شامل این محدودیت‌ها نبوده است.

همان‌طور که اشاره شد لوتکا از هیچ آزمون آماری در مطالعه خود استفاده نکرد. داده‌های مطالعه وی در سال ۱۹۸۶ توسط پائو با استفاده از آزمون آماری مجدد مورد بررسی قرار گرفت. مرور مطالعات، به ویژه مطالعات مربوط به سال‌های اخیر نشان می‌دهد که نویسندگان برای بررسی داده‌های مطالعات خود از قاعده پائو به جای قاعده لوتکا و به تبع آن، از آزمون آماری استفاده کرده‌اند. آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی اینکه نمونه‌ای از یک جامعه از توزیع ویژه‌ای تبعیت می‌کند یا خیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کاربرد آن مانند آزمون مجذور خی به برآورد تعداد کافی و مشخصی از نمونه احتیاج نیست (گیبنز ۱۹۸۹، ۲۳۴). همچنین، آزمون

مجذور خی مستلزم داده‌های گروه‌بندی شده است در صورتی که این آزمون مستلزم چنین داده‌هایی نیست (حسینی ۱۳۸۲، ۳۴).

۱۱. منابع

- حری، عباس. ۱۳۸۳. وجه معرفت‌شناختی پوزیتیویسم منطقی و جایگاه آن در مطالعات کتابداری و اطلاع‌رسانی. *اطلاع‌شناسی* ۱ (۳): ۵-۱۶.
- حسینی، یعقوب. ۱۳۸۲. *آمار ناپارامتریک: روش تحقیق و نرم افزار آماری SPSS 10.0*. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی.
- حیدری، غلامرضا. ۱۳۸۸. تحلیل مبانی و جایگاه معرفت‌شناختی مفاهیم، اندیشه‌ها و نظریه‌های حوزه علم‌سنجی در عصر حاضر. پایان‌نامه دکتری کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- داورپناه، محمدرضا. ۱۳۸۶. *ارتباط علمی: نیاز اطلاعاتی و رفتار اطلاع‌یابی*. تهران: دبیرش، چاپار.
- ریسمان‌باف، امیر، و فریده عصاره. ۱۳۸۶. اطلاع‌سنجی: از پیدایش تا کنون. *فصلنامه کتاب* ۷۱ (۳): ۵۰-۷۰.
- فتاحی، رحمت‌الله، و ماریه رحیمی. ۱۳۸۶. همکاری علمی و تولید اطلاعات: نگاهی به مفاهیم و الگوهای رایج در تولید علمی مشترک. *فصلنامه کتاب* ۷۱ (۳): ۲۳۸-۲۴۵.
- کشوری، مریم. ۱۳۸۸. بررسی میزان مشارکت علمی محققان ایران در نمایه استنادی علوم، علوم اجتماعی، و هنر و علوم انسانی در پایگاه استنادی وب آو ساینس در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ با تأکید بر نقشه علم‌نگاشتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- گبینز، جین دیکسن. ۱۹۸۹. *استنباط آماری ناپارامتری*. مترجمان عبدالرحیم شهلائی و علی عمیدی. ۱۳۷۰. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- مصطفوی، اسماعیل، و فریده عصاره. زودآیند. ترسیم نقشه تاریخ‌نگاری بروندهای علمی نویسندگان ایران در حوزه علوم و فناوری نانو در نمایه استنادی علوم در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹. *فصلنامه مطالعات کتابداری و علم اطلاعات*.
- موسوی‌زاده، زهرا. ۱۳۸۹. *مشاهیر در کتابداری و اطلاع‌رسانی*. تهران: چاپار، همارا.
- موند، هنک. ۲۰۰۱. *تحلیل استنادی ارزیابی پژوهش*. ترجمه عباس میرزائی و حیدر مختاری. ویراستار جواد قاضی‌میرسعید. ۱۳۸۷. تهران: چاپار.
- Barrios, M., A., A. Borrego, C. Vilagines, and M. Somoza. 2008. A bibliometric study of psychological research on tourism. *Scientometrics* 77 (3): 453-467.
- Cervants, H., A. G. Santana, G. Guilera, and G. Benito. 2009. Hierarchical linear models in psychiatry: a bibliometric study. *Scientometrics* 80 (3): 797-808.
- Diodato, V. P. 1994. *Dictionary of bibliometrics*. New York: The Haworth Press.
- Egghe, L. 2004. The power of power laws and the interpretation of Lotkian informetric systems as self-similar fractals. *JASIST* 40 (1): 23-48.
- Gupta, B. M., and C. R. Karisiddippa. 1999. Collaboration an author productivity: a study with a new variable in lotka law. *Scientometrics* 44 (3): 129-134.
- Lotka, A. J. 1926. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 16 (12): 317-323.

- Ma, N., and J. Guan. 2005. An exploratory study on collaboration profiles of Chinese publications in molecular biology. *Scientometrics* 65 (3): 343-355.
- Nicholls, P. T. 1986. Empirical validation of Lotka's law. *Information Processing and Management* 22 (1): 417-419.
- Nicholls, P. T. 1989. Bibliometric modelling processes and the empirical validity of Lotka's law. *JASIS* 40 (6): 379-385.
- Osareh, F., and S. Wilson. 2002. Collaboration in Iranian scientific publications. *International Journal of Libraries and Information Services* 52 (2): 88-98.
- Pao, M. L. 1985. Lotka's law: a testing procedure. *Information Processing and Management* 21 (4): 305-320.
- Pao, M. L. 1986. An empirical examination of Lotka's Law. *JASIS* 37 (1): 26-33.
- Park, T. K. 2008. Asian and Pacific region authorship characteristics in leading library and information science journals. *Serials Review* 34 (4): 243-251.
- Patra, S. K. P., N. V. Bhattacharya, and N. Verma. 2006. Bibliometric study of literature on bibliometrics. *DESIDOC Bulletin of information Technol* 26 (1): 27-32.
- Patra, S. K. and P. Chand. 2007. HIV/AIDS research in India: a bibliometric study. *Library and Information Science Research* 29 (1): 124-134.
- Petek, M. 2008. Personal name headings in COBIB: Testing Lotka's law. *Scientometrics* 75 (1): 175-188.
- Potter, W. G. 1981. Lotka's law revisited. *Library Trends* 30 (1): 21-39.
- Qin, J. 1995. Collaboration and productivity: an experiment with a new variable in Lotka's law. In *Fifth International Society for Scientometrics and Informetrics Proceedings*, M. Koenig and A. Bookstein (Eds.), 445-454. Medford: Learned Information Inc.
- Rowlands, I. 2005. Emerald authorship data, Lotka's law and research productivity. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives* 57 (1): 5-10.
- Singh, G., M. Ahmad, and M. Nazim. 2008. A bibliometrics study of Embelariibes. *Library Review* 57 (4): 289-297.
- Zabed Ahmed, S. M., and M. A. Rahman. 2009. Lotka's law and authorship distribution in nutrition research in Bangladesh. *Annals of Library and Information Studies* 56 (4): 95-102.
- Zainab, A. N., K. W. U. Anyi, and N. B. Anuar. 2009. A single journal study: Malaysian journal of computer science. *Malaysian Journal of Computer Science* 22 (1): 1-18.

A Comparative Survey of Lotka and Pao's Laws Conformity with the Number of Researchers and Their Articles in Computer Science and Artificial Intelligence Fields in Web of Science (1986-2009)

Farideh Osareh¹

Professor of LIS, Chamran University of Ahwaz

Esmael Mostafavi*

MA in Library and Information Science

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: 207-229
summer 2011

Abstract: The purpose of this research was to examine the validity of Lotka and Pao's laws with authorship distribution of "Computer Science" and "Artificial Intelligence" fields using Web of Science (WoS) during 1986 to 2009 and comparing the results of examinations. This study was done by using the methods of citation analysis which are scientometrics techniques. The research sample includes all articles in computer science and artificial intelligence fields indexed in the databases accessible via Web of Science during 1986-2009; that were stored in 500 records files and added to "ISI.exe" software for analysis to be performed. Then, the required output of this software was saved in Excel. There were 19150 articles in the computer science field (by 45713 authors) and 958 articles in artificial intelligence field (by 2487 authors). Then for final counting and analyzing, the data converted to "Excel" spreadsheet software. Lotka and Pao's laws were tested using both Lotka's formula: $x^n \square = c$ (for Lotka's Law); also for testing Pao's law the values of the exponent n and the constant c are computed and Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit tests were applied. The results suggested that author productivity distribution predicted in "Lotka's generalized inverse square law" was not applicable to computer science and artificial intelligence; but Pao's law was applicable to these subject areas. Survey both literature and original examining of Lotka and Pao's Laws witnessed some aspects should be considered. The main elements involved in fitting in a bibliometrics method have been identified: using Lotka or Pao's law, subject area, period of time, measurement of authors, and a criterion for assessing goodness-of-fit.

Keywords: informetrics, Bibliometrics, Lotka's law, Pao's law, computer science, artificial intelligence, Web of Science (WoS)

1. osareh.f@gmail.com

*Corresponding author esmdoc@gmail.com