Library and Information Sciences

Print ISSN: 1680-9637
Online ISSN: 5977-2676

# Evaluate the Egocentric Citation Network of "Aerospace Engineering" and "Nuclear Technology"

**Zahra Neamatollahi**
Ph.D. Candidate, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: zahra.neamatollahi@yahoo.com

**Shahnaz Khdemizadeh**
*Corresponding author, Associate Professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: s.khademi@scu.ac.ir

**Farshid Danesh**
Assistant Professor, Information Management Department, Islamic World Science & Technology Monitoring and Citation Institute (ISC), Shiraz, Iran. E-mail: farshiddanesh@isc.ac

**Roghayeh Ghazavi**
Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: r.ghazavi@scu.ac.ir

## Abstract

**Objective**: This research aimed to measure the dependence and independence of documents in an Ego-centered citation network to evaluate the quality of scientific outputs in two subject areas "aerospace engineering" and "nuclear technology."

**Methodology**: The present study is applied research and belongs to the category of scientometrics research. In the first step, the required data for creating ego-centric citation networks were extracted and stored from the Web of Science Core Collection (WOSCC) through web scraping (automated data extraction from websites) using the Mimfa Scraper (a software for automated data extraction) and the JavaScript programming language. Afterward, algorithm coding was performed in the MiMFa RAVAR DataLab, and the programming language C# was utilized to answer the research question.

**Findings**: The research findings showed that the study conducted by Allison (2016) with 1535 citations is the most cited document in the field of nuclear technology and ranks first in terms of absolute dependence index. In comparison to the number of references in Allison's paper, 80 percent of the alters in Li's research (2018), the second most cited paper in terms of the absolute dependence index (512 citations), cited ego-related references (58 references); however, this percentage is 46 percent in Allison's paper. A study conducted by Shin has obtained the highest absolute independence index (2015 citations) compared to other highly cited articles in the field

of nuclear technology. Leppanen's study (2015) ranks first in terms of the relative independence index with a score of 98 percent compared to other highly cited documents in the field of nuclear technology. Ricker (2015), along with 57 co-authors, has the highest number of citations (1542 citations) in aerospace engineering. Among these citations, 647 alters have cited the documents cited by the ego and obtained the highest absolute dependence index score. Wang's research (2020), with 52 citations, is the first paper to rank the relative independence index in the field of aerospace engineering.

**Conclusion**: The results indicate that the level of relative dependence was higher than independence in both subject areas. Moreover, as the number of citations increases, both absolute dependence and independence increase; however, relative dependence decreases. Additionally, in recent years, the absolute dependence and independence indices have lower values than older years. However, the relative dependence index positively correlates with the year of publication. Moreover, the relative independence index positively correlates with the number of citations; its value has increased in recent years and the number of ego sources does not directly correlate with the increase in the dependence index.

**Keywords**: dependence index, independence index, Ego center citation network, Nuclear technology, Aerospace engineering

**Article type**: Research

**How to cite:**
Neamatollahi, Z., Khdemizadeh, S., Danesh, F., & Ghazavi, R. (2023). Evaluate the Egocentric Citation Network of "Aerospace Engineering" and "Nuclear Technology". *Library and Information Sciences*, 26(4), 233-258.

**A R T I C L E I N F O**

---

**Article history:**
Received: 03/11/2023 Received in revised form: 11/11/2023
Accepted: 14/11/2023 Available online: 17/03/2024

Publisher: Central Library of Astan Quds Razavi
Library and Information Sciences, 2023, Vol. 26, No. 4, pp. 233-258.

© The author

کتابداری و اطلاع رسانی

شاپا چـــاپـــی: ۹۶۳۷-۱۶۸۰
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۵۹۷۷

# پایش شبکه‌های استنادی ایگومحور مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای

**زهرا نعمت‌الهی**
دانشجوی دکتری، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: zahra.neamatollahi@yahoo.com

**شهناز خادمی‌زاده**
*نویسنده مسئول، دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: s.khademi@scu.ac.ir

**فرشید دانش**
استادیار گروه مدیریت اطلاعات، مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، شیراز، ایران. رایانامه: farshiddanesh@isc.ac

**رقیه قضاوی**
استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: r.ghazavi@scu.ac.ir

## چکیده

**هدف:** پژوهش حاضر با هدف سنجش وابستگی و عدم وابستگی مدارک در شبکه استنادی با مرکزیت ایگو در راستای ارزیابی کیفیت بروندادهای علمی در دو حوزه موضوعی مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای انجام شد.

**روش پژوهش:** این پژوهش از نوع کاربردی است و برای اجرا از روش‌های علم‌سنجی استفاده شده است. داده‌ها از مجموعه هسته وبگاه علم با استفاده از وب اسکریپینگ و کدنویسی با زبان برنامه‌نویسی جاوا اسکریپت استخراج و ذخیره گردید. به منظور تحلیل داده‌ها از الگوریتم در نرم‌افزار میمفا راور دیتالب و زبان برنامه‌نویسی سی شارپ پیاده‌سازی شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش نشان داد مقاله آلیسون (۲۰۱۶) با ۱۵۳۵ استناد دومین مدرک پراستناد در فناوری هسته‌ای و دارای رتبه نخست شاخص وابستگی مطلق است. مقاله شین (۲۰۱۶) در مقایسه با سایر مقالات پراستناد فناوری هسته‌ای بیشترین میزان شاخص عدم وابستگی مطلق (۲۰۱۵ مدرک) را کسب کرده است. رتبه نخست شاخص عدم وابستگی نسبی با امتیاز ۹۸ درصد نسبت به سایر منابع پراستناد قلمرو فناوری هسته‌ای لپانن (۲۰۱۵) از نظر شاخص عدم وابستگی نسبی با کسب امتیاز ۹۸ درصد نسبت به سایر منابع پراستناد قلمرو فناوری هسته‌ای در مقام نخست قرار دارد. ریکر (۲۰۱۵) پراستنادترین مقاله مهندسی هوافضا (۱۵۴۲ استناد) بیشترین امتیاز شاخص وابستگی مطلق را کسب کرده است. وانگ (۲۰۲۰) با ۵۲ استناد اولین مقاله در رتبه‌بندی شاخص عدم وابستگی نسبی در حیطه مهندسی هوافضاست.

**نتیجه‌گیری:** میزان وابستگی نسبی در هر دو قلمرو موضوعی نسبت به عدم وابستگی بیشتر بوده است. با افزایش استناد وابستگی و عدم وابستگی مطلق افزایش؛ اما وابستگی نسبی کاهش می‌یابد. شاخص وابستگی نسبی با سال انتشار و شاخص عدم وابستگی نسبی با تعداد استناد رابطه همبستگی مثبت دارند.

**کلیدواژه‌ها:** شاخص وابستگی، شاخص عدم وابستگی، مهندسی هوافضا، فناوری هسته‌ای، شبکه‌های ایگومحور

**نوع مقاله:** پژوهشی

**استناد:**

نعمت‌الهی، زهرا؛ خادمی‌زاده، شهناز؛ دانش، فرشید؛ قضاوی، رقیه (۱۴۰۲). پایش شبکه‌های استنادی ایگومحور مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۲۶(۴)، ۲۳۳–۲۵۸.

---

**تاریخچه مقاله:**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۱۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۷

ناشر: کتابخانه مرکزی آستان قدس رضوی

کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۱۴۰۲، دوره ۲۶، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۰۴، صص. ۲۳۳–۲۵۸.

© نویسندگان

## مقدمه

علم شبکه‌ای در حال تکامل از پژوهشگران، انتشارات و پروژه‌هاست و در پژوهش‌های دانشگاهی، نادر است که پژوهشگری بتواند بروندادهایی را بدون ارتباط با متون جوامع پژوهشی تولید نماید. یافته‌های جدید معمولاً از پژوهش‌های پیشین یا روابط مشترک در حوزه پژوهشی استنتاج می‌شوند (یوشیکانه، نوزاوا و تسوجی[۱]، ۲۰۰۶). همکاری علمی به پژوهشگران فرصت می‌دهد تا قابلیت‌ها و توانایی‌های رشته‌های مختلف علمی را با هم ترکیب کنند، امری که انجام آن به صورت انفرادی امکان‌پذیر نیست. هدف پژوهشگران در همکاری علمی بررسی، تفسیر و بازبینی دانش جهانی است. به علاوه همکاری علمی به پژوهشگران فرصت می‌دهد تا به منظور غلبه بر هزینه‌های گزاف تجهیزات و آموزش متخصصان منابع خود را با هم به اشتراک بگذارند (بلانکا[۲]، ۲۰۰۹).

یکی از راه‌های سنجش همکاری علمی استفاده از استنادهاست. استناد یکی از عناصر شاخص نگارش‌های علمی است که نقش بارزی در تولید و نشر اطلاعات دارد. در حقیقت اصل استناد یکی از اصول اساسی تألیف و پژوهش به شمار می‌رود (گالاوسکی[۳]، ۲۰۱۹). استنادها پیوندهایی هستند که شبکه استنادی را به هم متصل می‌کنند و مطالعات استنادی یکی از زمینه‌های تحقیقاتی بسیار مهم محسوب می‌شود. برای مثال کتاب‌سنج‌ها از استناد به عنوان ابزار ارزیابی فعالیت‌های علمی و شناسایی آینده تولیدات علمی استفاده می‌کنند. این واقعیت که مطالعات استنادی به منظور بررسی روابط موجود میان مدارک استناددهنده و استنادشده (که به عنوان تحلیل استنادی مطرح است) در نظر گرفته می‌شوند، بر اهمیت نقش استناد تأکید می‌کند. در واقع می‌توان گفت یکی از قدیمی‌ترین و مهمترین شاخص‌های بررسی کیفیت تولیدات علمی، شمارش استنادهاست که نقش مهمی در ارزیابی کیفیت مقالات علمی، داوری‌های دقیق و رتبه‌بندی پژوهشگران، مجلات دانشگاه‌ها، مؤسسات و در نهایت کشورها دارد (بورنمن و دنیل[۴]، ۲۰۰۸؛ کرونین[۵]، ۲۰۰۵؛ والتمن[۶]، ۲۰۱۶؛ والتمن و وان اک[۷]، ۲۰۱۵؛ آکسنس و تکست[۸]، ۲۰۰۴؛ کول و کول[۹]، ۱۹۶۸؛ هگستروم[۱۰]، ۱۹۷۱؛ اسمیت و ایسنک[۱۱]، ۲۰۰۲).

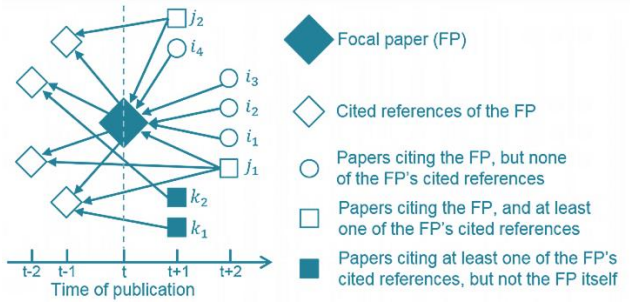
از طرفی در دهه‌های اخیر افزایش قابل‌توجهی در استفاده از روش‌ها و نظریه‌های شبکه جهت ارزیابی پیچیدگی‌ها و وابستگی‌ها در روابط میان موجودیت‌ها در سطوح متفاوت تحلیل مشاهده می‌شود. شبکه‌های

1. Yoshikane, Nozawa & Tsuji
2. Bellanca
3. Golosovsky
4. Bornmann & Daniel
5. Cronin
6. Waltman
7. Waltman & Van Eck
8. Aksnes & Taxt
9. Cole & Cole
10. Hagstrom
11. Smith & Eysenck

استنادی اغلب به عنوان یک نماینده از نحوه انتشار و جریان دانش در شبکه عمل می‌کنند (مین[1] و دیگران، ۲۰۱۸؛ یان[2]، ۲۰۱۶). انتشار دانش بین رشته‌ها توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است که تا حدودی به دلیل این واقعیت است که همکاری علمی بین‌رشته‌ای به پژوهشگران امکان تبادل ایده‌ها و روش‌های نوآورانه را می‌دهد (زو، دینگ و مالیک[3]، ۲۰۱۵؛ بریدل[4] و دیگران، ۲۰۱۳). همچنین یک جهان به‌هم‌پیوسته به رویکردهای جدیدی برای تبادل فکری نیاز دارد که بتواند مرزهای سازمانی و رشته‌ای را به چالش بکشاند (داوودی و پندلبری[5]، ۲۰۱۰). حداقل دو روش پژوهشی در شبکه‌های اجتماعی وجود دارد. روش نخست تحلیل کل شبکه است که در آن پیوندهای میان همه اعضاء و موجودیت‌های گروه یا بافت اجتماعی در نظر گرفته می‌شود. روش دوم شبکه‌های ایگو[6] است که در آن ارتباطات میان افراد، سازمان‌ها و منابع در شبکه‌ای با محوریت مرکزی یک موجودیت ارزیابی می‌شود. شبکه‌های با مرکزیت ایگو متشکل از یک کنشگر منفرد[7] که لفظ «ایگو» یا منبع کانونی به آن تعلق می‌گیرد و سایر اجزاست که به‌گونه‌ای با کنشگر منفرد در ارتباط هستند و به آن‌ها «آلتر[8]» می‌گویند. یک شبکه استنادی با مرکزیت ایگو، شامل یک منبع کانونی و همه انتشارات استناد دهنده به منبع کانونی (آلترها) و از نقطه‌نظر پیوندهای شبکه، شامل همه روابط استنادی از انتشارات استناددهنده به منبع کانونی به علاوه روابط استنادی میان آلترهاست (هالجین و بورگاتی[9]، ۲۰۱۲؛ آن، بیوویل و روشه[10]، ۲۰۲۲).

میزان وابستگی پژوهش‌ها به علم تولید شده در گذشته از جمله موضوعاتی است که در سال‌های اخیر مورد توجه علم‌سنجان قرار گرفته است (فانک و اون اسمیت[11]، ۲۰۱۷؛ وو، وانگ و اوانز[12]، ۲۰۱۹؛ شیبایاما و وانگ[13]، ۲۰۲۰؛ برنمن[14] و دیگران، ۲۰۲۰). در واقع شاخص وابستگی به بررسی این موضوع می‌پردازد که تولید ایده‌ها و موقعیت‌های علم و فناوری جدید، بدون استفاده از پژوهش‌های انجام شده در گذشته بوده است یا با استفاده از کارهای پژوهشی گذشته به توسعه علم پرداخته شده است.

1. Min
2. Yan
3. Xu, Ding & Malic
4. Bridle
5. Davoudi & Pendlebury
6. Egocentric or Personal
7. single actor (ego)
8. Alter
9. Halgin & Borgatti
10. An, Beauvile & Rosche
11. Funk & Owen-Smith
12. Wu, Wang & Evans
13. Shibayama & Wang
14. Bornmann




**شکل ۱. مفاهیم وابستگی و عدم وابستگی (فانک و اون اسمیت، ۲۰۱۷؛ وو، وانگ و اوانز، ۲۰۱۹)**

با توجه به شکل ۱ برخی از منابع که به منبع کانونی استناد داده‌اند، حداقل به یکی از منابع ارجاع شده توسط منبع کانونی نیز استناد داده‌اند (شاخص وابستگی) و تعدادی نیز فقط به منبع کانونی استناد داده‌اند (شاخص عدم وابستگی). به دلیل این که در این پژوهش از رویکرد شبکه‌های ایگومحور استفاده شده است و لازم است آلترها به منبع کانونی استناد داده باشند، منابعی که به منبع کانونی استناد نداده و فقط به مراجع استنادشده توسط منبع کانونی استناد داده‌اند در نظر گرفته نمی‌شوند.

آشنایی با ساختار توپولوژیک شبکه‌های استنادی با مرکزیت ایگو و جریان دانش در حوزه‌های موضوعی گوناگون برای شناسایی نیازهای دانشی با هدف تصمیم‌سازی آگاهانه شکل می‌گیرد زیرا تبادل دانش حرفه‌ای یکی از کلیدی‌ترین نیازهای متخصصان امروز است. متخصصان همه حوزه‌های موضوعی بر این باور هستند که برای دستیابی به اهداف آینده، عقاید، دیدگاه‌ها، دانسته‌ها و تجربه‌های خود را از دانش و فعالیت‌های گذشته به اشتراک بگذارند و به همین‌گونه از دانش دیگران استفاده کنند؛ اما این اشتراک‌گذاری باید در ساختاری نظام‌مند باشد. برای ساختاری نظام‌مند و اصولی لازم است ساختار توپولوژیک شبکه‌ها و الگوی چرخه جریان دانش شناسایی شود. از ابزارهای مناسب برای بررسی این ساختار، تحلیل شبکه‌های اجتماعی در راستای شناسایی چگونگی تعاملات میان گره‌های موجود در شبکه و میزان تأثیرگذاری هر کدام از گره‌ها در شبکه است. این پژوهش در واقع ابزاری را جهت سنجش میزان وابستگی حوزه‌های موضوعی در اختیار پژوهشگران و علم سنجانی که به بررسی تأثیر استنادی منابع می‌پردازند قرار خواهد داد.

از طرفی حوزه‌های موضوعی متفاوت الگوهای استنادی متفاوتی دارند (مندزا[1]، ۲۰۲۱) و یکی از پارامترها و پیچیدگی‌های بحث شبکه‌های استنادی، ویژگی‌های آن‌ها با توجه به حیطه‌های موضوعی متفاوت است (شبیایاما و وانگ، ۲۰۲۰). نشان دادن این تفاوت‌ها با یک شاخص منحصربه‌فرد مانند شاخص استنادی و در نظر نگرفتن ابعاد گوناگون ویژگی‌های شبکه‌های استنادی و عدم توجه به سایر روابط استنادی و الگوهای

1. Mendoza

استنادی پنهان در این شبکه‌ها در بحث ارزیابی تولیدات علمی برای افراد، سازمان‌ها و پروژه‌ها مشکلاتی را ایجاد می‌کند؛ از جمله این که این ارزیابی نمود واقعی میزان اثربخشی آن تولیدات علمی نخواهد بود. والتمن در پژوهش مروری بر شاخص‌های تأثیر استنادی، یکی از نقص‌های همه شاخص‌های استنادی اساسی را عدم توانایی این شاخص‌ها در مقایسه تأثیر انتشارات در حوزه‌های موضوعی متفاوت و در سال‌های مختلف است (والتمن، ۲۰۱۶). با توجه به این که قلمروهای موضوعی «هوافضا» و «فناوری هسته‌ای»، به عنوان اولویت‌های الف علم و فناوری کشور در سند نقشه جامع علمی کشور معرفی شده است (نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۹۰) و نشان از اهمیت این قلمروهای موضوعی دارد، این دو حیطه موضوعی جهت سنجش میزان شاخص وابستگی و عدم وابستگی در این پژوهش انتخاب شدند.

از این رو هدف اصلی این مقاله سنجش وابستگی و عدم وابستگی مدارک در شبکه استنادی با مرکزیت ایگو در راستای ارزیابی کیفیت بروندادهای علمی در قلمروهای موضوعی مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای و کشف الگوهای پنهان در روابط استنادی آن‌هاست. به منظور نیل به هدف اصلی این مقاله پاسخ به پرسش‌های زیر ضروری به نظر می‌رسد:

۱. وابستگی مطلق و نسبی مدارک در بروندادهای قلمرو موضوعی فناوری هسته‌ای به چه میزان است؟

۲. عدم وابستگی مطلق و نسبی مدارک در بروندادهای قلمرو موضوعی فناوری هسته‌ای به چه میزان است؟

۳. وابستگی مطلق و نسبی مدارک در بروندادهای قلمرو موضوعی مهندسی هوافضا به چه میزان است؟

۴. عدم وابستگی مطلق و نسبی مدارک در بروندادهای قلمرو موضوعی مهندسی هوافضا به چه میزان است؟

## پیشینه پژوهش

شاخص‌های تأثیر استنادی در بافت‌های مختلف پژوهشی، توسعه و گسترش پیدا کرده‌اند و امروزه نقش مهمی را در ارزیابی تولیدات علمی ایفاء می‌کنند (مینگرز و لیدسدورف[1]، ۲۰۱۵؛ وینکلر[2]، ۲۰۱۰؛ وایلدگارد، اشنایدر و لارسن[3]، ۲۰۱۴). برخی از مطالعات در راستای درک سازمان‌دهی استنادها و توپولوژی ساختار آن‌ها با تأکید بر یک موجودیت مرکزی انجام شده است. برای مثال وایت[4] در سال ۲۰۰۰ شبکه استنادی ایگو محور را مطرح و آن را به عنوان ابزاری مؤثر جهت درک هم‌نویسندگی و هم‌استنادی معرفی کرد.

1. Mingers & Leydesdorff
2. Vinkler
3. Wildgaard, Schneider & Larsen
4. White

وو، وانگ و اوانز[1] (۲۰۱۹) به بحث توسعه علم و فناوری گذشته و یا تولید علم و فناوری جدید با مقایسه تعداد نویسندگان از طریق ارائه شاخصی جهت بررسی این که آیا یک پژوهش در توسعه علم مؤثر بوده یا در توقف آن، پرداختند. این شاخص‌ها بیانگر این هستند که آیا از پژوهش‌های گذشته در جهت توسعه علم استفاده شده و یا این که تولید علم و فناوری بدون وابستگی به سایر پژوهش‌ها صورت گرفته است. این شاخص‌ها در پژوهش فانک و اون اسمیت (۲۰۱۷) در رابطه با پروانه‌های ثبت اختراع مطرح و توسط وو، وانگ و اوانز (۲۰۱۹) به صورت عملی مورد استفاده قرار گرفت. آن‌ها با استفاده از منابع مقالات و استنادهای بیش از شصت و پنج میلیون مقاله، پروانه ثبت اختراع و محصولات نرم‌افزاری به این نتیجه رسیدند که تیم‌های پژوهشی با تعداد کمتر تمایل بیشتری به تولید ایده‌ها و موقعیت‌های علم و فناوری جدید، بدون استفاده از پژوهش‌های انجام شده در گذشته دارند؛ در حالی که تیم‌های بزرگتر تمایل به استفاده از کارهای پژوهشی گذشته و توسعه آن‌ها دارند و هر دو نوع این پژوهش‌ها در چرخه علم و فناوری ضروری است. در پژوهش دیگری وو و یان (۲۰۱۹) به ارائه ۹ شاخص جدید جهت محاسبه شاخص عدم وابستگی مقالات پرداختند.

برنمن و تاکلس[2] (۲۰۱۹) در ادامه ارزیابی شاخص توسعه و یا توقف علم پیشنهاد دادند که بازه زمانی برای محاسبه تولید و یا توسعه پژوهش‌ها عاملی تأثیرگذار است که نتیجه نهایی محاسبه آن‌ها را متفاوت می‌کند و پژوهشگران نمونه‌ای که در مقاله وو، وانگ و اوانز (۲۰۱۹) انتخاب شده بود و همچنین دو مقاله در مجله نیچر[3] که بیشترین استناد را دریافت کرده‌اند جهت بررسی ادعای خود در نظر گرفتند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که لازم است بازه زمانی سه ساله را برای بررسی میزان این شاخص در نظر گرفت. در پژوهش دیگری برنمن و تاکلس (۲۰۱۹) به مطالعه موردی محاسبه این شاخص در انتشارات منتشر شده در مجله ساینتومتریکس[4] بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ پرداختند و مشخصات ۳۰ مقاله برتر (که بالاترین امتیاز این شاخص را کسب کرده بودند) را ارائه و با مقایسه امتیاز شاخص هر مقاله مطرح کردند که این شاخص جهت ایجاد تمایز میان مقالات مناسب است. علاوه بر این، بورنمن و دیگران (۲۰۲۰) به مقایسه این شاخص با سایر شاخص‌های استنادی مرتبط از جمله شاخص‌های پیشنهاد شده توسط وو و یان (۲۰۱۹) پرداختند. پژوهشگران روش جدیدی را برای ارزیابی این شاخص پیشنهاد دادند. آن‌ها جهت انجام مطالعه تجربی از ترکیب دو رویکرد معرفی شده توسط بو[5] و دیگران (۲۰۲۱) در رابطه با شاخص وابستگی در شبکه‌های ایگو و رویکرد شاخص توقف یا توسعه علم معرفی

1. Wu, Wang & Evans
2. Bornmann & Tekles
3. Nature
4. Scientometrics
5. Bu

شده توسط وو، وانگ و اوانز (۲۰۱۹) استفاده و در نهایت مطرح کردند که شاخص‌های متفاوت تمایل به نشان دادن ابعاد مشابهی دارند.

شیبایاما و وانگ (۲۰۲۰) نیز در پژوهشی به ارائه شاخصی جدید جهت ارزیابی اصالت[1] پژوهش‌ها پرداختند. در این پژوهش اصالت، اکتشافات علمی است که در پژوهش‌های گذشته در دسترس نیست. پژوهشگران این معیار جدید را بر اساس شبکه استنادی مستقیم بین منابع و مقالاتی که به آن‌ها استناد داده‌اند محاسبه و اعتبار آن را با استفاده از اطلاعات نظرسنجی ارزیابی کردند. نتایج بیانگر این بود که به علت چند بعدی بودن مفهوم اصالت، هر کدام از شاخص‌های کتاب‌سنجی جنبه‌ای متفاوت از آن را محاسبه می‌کنند. پژوهشگران این معیار را ابزار قدرتمندی جهت مطالعات علم‌سنجی و ارزیابی علم معرفی کردند.

در ادامه پژوهش‌های پیشین بو، والتمن و هانگ (۲۰۲۱) به ارائه چارچوب چندبعدی تأثیر مقالات علمی از طریق شاخص‌های عمق، گستردگی، وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور پرداختند و مطرح کردند وابستگی زیاد را می‌توان به عنوان یک ویژگی معمول برای مقالات مروری در نظر گرفت البته چاکرابورتی۲ و دیگران (۲۰۲۱) در پژوهش خود تأکید دارند که شاخص‌های عمق و گستردگی مطرح شده توسط آن‌ها با این شاخص‌ها متفاوت است و با رویکردهای متفاوتی به این مسئله پرداخته شده است. پژوهشگران کاربرد شاخص‌های مطرح شده در پژوهش را در ارزیابی پژوهش‌ها و رتبه‌بندی انتشارات و همچنین ارائه جزئیات بیشتر جهت درک تأثیر استنادی منابع مطرح کردند.

مرور ادبیات و پژوهش‌های انجام شده در مقوله شبکه‌های استنادی، نشان از آن دارد که اکثر پژوهش‌ها در خارج از کشور به ارائه معیارهایی جهت سنجش اصالت و یا وابستگی منابع پرداختند و تمرکز پژوهشگران بر ارائه راهکارهایی جهت ارزیابی این شاخص بوده است. در داخل کشور نیز تاکنون شبکه‌های استنادی با مرکزیت ایگو با تعیین روابط بین موجودیت‌ها و شاخص‌هایی که در این پژوهش جهت ارزیابی کیفیت پژوهش‌ها استفاده می‌گردد در پژوهشی بررسی نشده است؛ اما بررسی ساختار شبکه‌های استنادی ایگومحور و ارزیابی کیفیت تولیدات علمی با استفاده از شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در راستای ارزیابی اثرگذاری پژوهش‌ها و درک عمیق‌تر روابط استنادی میان تولیدات علمی از جمله نوآوری‌های این پژوهش است. به همین دلیل، با توجه به نقش اساسی شاخص‌های استنادی در بحث ارزیابی کیفیت تولیدات علمی و با توجه به ضرورت توجه بیشتر به ابعاد کیفی پژوهش‌ها و ارزیابی بروندادهای علمی جهت ارتقا سطح اثربخشی پژوهش‌ها، نیاز به انجام این پژوهش احساس می‌شود.

1. originality
2. Chakraborty

## روش پژوهش

نوع پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی است و از روش‌ها، ابزارها، شاخص‌ها و سنجه‌های علم‌سنجی با رویکرد تحلیلی بهره گرفته است. در این مقاله بر اساس خروجی، حد آستانه لازم بر اساس تعداد استنادات با استفاده از روش نرمال‌سازی شاخص‌های تأثیر استنادی مبتنی بر درصد، بر اساس موقعیت مقاله در حیطه موضوعی مشخص و در سال مشخص اعمال شده است. در گام نخست از مجموعه هسته وبگاه[1] علم داده‌های مورد نیاز جهت ایجاد شبکه‌های استنادی ایگومحور از طریق وب اسکریپینگ[2] (استخراج داده‌ها از وبگاه به صورت خودکار) در نرم‌افزار میمفا اسکریپر[3] (نرم‌افزاری جهت استخراج خودکار داده‌ها) و با استفاده از زبان برنامه‌نویسی جاوا اسکریپت استخراج و ذخیره شد. در این پژوهش جهت مصورسازی داده‌ها از نمودار نقطه‌ای[4] ترسیم شده از طریق نرم‌افزار فلوریش[5] استفاده گردید. روابط میان شاخص‌ها و متغیرهای تعداد استناد، سال انتشار و تعداد منابع از طریق ضریب همبستگی اسپیرمن با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. نسخه ۲۴ محاسبه گردید. دلیل استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن وجود داده‌های پرت در منابع پراستناد هر دو حوزه است. ضریب همبستگی اسپیرمن به دلیل محاسبه وابستگی بر اساس رتبه‌ها جهت محاسبه داده‌های پرت دچار مشکل نمی‌شود و ارتباط میان متغیرها را کمتر و یا بیشتر از میزان واقعی نشان نمی‌دهد.

در حیطه موضوعی فناوری هسته‌ای تعداد کل منابع بازیابی شده پس از اعمال محدودیت‌های زمان (۲۰۱۲-۲۰۲۲)، زبان مدرک (انگلیسی) و نوع مدرک (مقاله) ۱۰۷۰۷۳ منبع و ۵۶۶۲۷ منبع نیز در حیطه هوافضا است. مطابق با داده‌های ارائه شده در جدول ۱ تعداد کل داده‌های استخراج شده در این مقاله شامل ایگوها، آلترها و منابع آن‌ها ۷۰۴۵۳۳ منبع است.

**جدول ۱. تعداد داده‌های استخراج شده**

| قلمرو موضوعی | تعداد کل منابع | تعداد ایگوها | تعداد آلترها | تعداد منابع ایگو | تعداد منابع آلترها |
|---|---|---|---|---|---|
| فناوری هسته‌ای | ۱۰۷۰۷۳ | ۱۶۷ | ۳۷۶۰۳ | ۹۸۱۵ | ۱۵۶۴۹۶ |
| مهندسی هوافضا | ۵۶۶۲۷ | ۶۸ | ۱۰۸۰۰ | ۳۰۰۴ | ۴۸۶۵۸۰ |

در مرحله بعد جهت پاسخ به پرسش پژوهش از کدنویسی الگوریتم در نرم‌افزار میمفا راور دیتالب[6] و زبان برنامه‌نویسی سی شارپ[7] استفاده شد. این نرم‌افزار جامع، انعطاف‌پذیر و کاربرپسند برای کار با داده‌ها، از استخراج

1. Web of Science Core Collection (WOSCC)
2. Web scraping
3. Mimfa Scraper
4. scatterplot
5. flourish
6. MiMFa RAVAR DataLab
7. C#

اطلاعات تا پردازش و تجزیه و تحلیل و ارائه، به صورت محلی یا گسترده در وب، با هر حجمی از داده و در فرمت‌های گوناگون، در همه سطوح از مقدماتی تا پیشرفته قابل دسترس است. شاخص وابستگی مطلق و نسبی از طریق بررسی تعداد و تناسب انتشارات استناد دهنده به منبع کانونی که به انتشارات استناد شده توسط منبع کانونی نیز استناد می‌دهند، قابل محاسبه است و شاخص عدم وابستگی مطلق و نسبی نیز تعداد و تناسب انتشارات استناد دهنده به منبع کانونی است که به انتشارات استناد شده توسط منبع کانونی استناد نداده‌اند.

## یافته‌ها

در این قسمت از پژوهش ابتدا جداول مرتبط با ۱۰ مدرک برتر رتبه‌بندی شده از نظر شاخص‌های وابستگی مطلق، وابستگی نسبی، عدم وابستگی مطلق و عدم وابستگی نسبی به تفکیک قلمروهای موضوعی فناوری هسته‌ای و مهندسی هوافضا ارائه گردید. در ادامه، یافته‌ها به ترتیب گزارش شده است.

**جدول۲. مدارک برتر قلمرو فناوری هسته‌ای رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی مطلق و نسبی**

| رتبه | نویسنده اول | وابستگی مطلق | وابستگی نسبی | عدم وابستگی مطلق | عدم وابستگی نسبی | تعداد استناد | منابع ایگو | منابع استنادشده ایگو |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | آلیسون (۲۰۱۶) | ۶۹۹ | /۴۶ | ۸۳۶ | /۵۴ | ۱۵۳۵ | ۲۳۳ | ۱۰۸ |
| ۲ | لی (۲۰۱۸) | ۵۱۲ | /۸۰ | ۱۲۸ | /۲۰ | ۶۴۰ | ۵۸ | ۳۰ |
| ۳ | چن (۲۰۱۷) | ۴۳۹ | /۷۵ | ۱۴۴ | /۲۵ | ۵۸۳ | ۵۱ | ۳۷ |
| ۴ | شین (۲۰۱۶) | ۴۱۴ | /۱۷ | ۲۰۱۵ | /۸۳ | ۲۴۲۹ | ۷۳ | ۴۰ |
| ۵ | یانگ (۲۰۱۸) | ۴۱۴ | /۷۸ | ۱۱۷ | /۲۲ | ۵۲۹ | ۴۸ | ۳۱ |
| ۶ | سچلمپر (۲۰۱۸) | ۳۷۶ | /۸۳ | ۷۵ | /۱۷ | ۴۵۱ | ۳۷ | ۲۵ |
| ۷ | لیسکوسکی(۲۰۱۶) | ۳۷۳ | /۷۷ | ۱۱۰ | /۲۳ | ۴۸۳ | ۳۹ | ۲۳ |
| ۸ | استولر (۲۰۱۳) | ۳۴۶ | /۴۱ | ۴۹۶ | /۵۹ | ۸۴۲ | ۳۲ | ۱۷ |
| ۹ | یانگ (۲۰۱۸) | ۳۴۰ | /۸۷ | ۵۱ | /۱۳ | ۳۹۱ | ۷۲ | ۵۳ |
| ۱۰ | ساکار (۲۰۲۰) | ۳۰۶ | /۷۰ | ۱۳۳ | /۳۰ | ۴۳۹ | ۶۹ | ۵۰ |
| **رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی نسب** | | | | | | | | |
| ۱ | بوایک (۲۰۲۲) | ۲۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۲۰ | ۷۱ | ۵۷ |
| ۲ | راماه (۲۰۲۲) | ۱۲ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱۲ | ۵۸ | ۳۰ |
| ۳ | اید (۲۰۲۲) | ۱۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱۱ | ۴۱ | ۱۸ |
| ۴ | لگت (۲۰۲۲) | ۹ | ۱ | ۰ | ۰ | ۹ | ۶۱ | ۲۰ |
| ۵ | تامام (۲۰۲۲) | ۹ | ۱ | ۰ | ۰ | ۹ | ۴۷ | ۲۵ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶ | شابن (۲۰۲۲) | ۷ | ۱ | ۰ | ۰ | ۷ | ۶۱ | ۵۲ |
| ۷ | وانگ (۲۰۲۰) | ۵۶ | /۹۸ | ۱ | /۰۲ | ۵۷ | ۴۸ | ۳۷ |
| ۸ | برکت (۲۰۱۹) | ۱۰۴ | /۹۸ | ۲ | /۰۲ | ۱۰۶ | ۱۰۳ | ۶۰ |
| ۹ | دیسپریتو (۲۰۲۱) | ۳۳ | /۹۷ | ۱ | /۰۳ | ۳۴ | ۵۲ | ۳۶ |
| ۱۰ | گائو (۲۰۲۲) | ۲۶ | /۹۶ | ۱ | /۰۴ | ۲۷ | ۴۰ | ۲۱ |

داده‌های جدول۲ حاکی از آن است که مقاله آلیسون[1] (۲۰۱۶) با ۱۵۳۵ استناد دومین مدرک پراستناد قلمرو فناوری هسته‌ای و رتبه نخست شاخص وابستگی مطلق را دارد. این مدرک مقاله‌ای است که توسط آلیسون و ۱۹ نویسنده دیگر در رابطه با توسعه نرم‌افزار شبیه‌سازی Geant چهار نوشته شده است و در زمینه‌های متفاوت پژوهشی و حوزه‌هایی از جمله اخترفیزیک، علوم فضایی و فیزیک پزشکی کاربرد دارد. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد در این شبکه ایگومحور، ۶۹۹ آلتر به منابع استناد شده توسط ایگو استناد داده‌اند که با در نظر گرفتن تعداد استنادهای این مدرک، ۴۶ درصد از مقالات استناد دهنده به آلیسون از رفرنس‌های این مقاله نیز استفاده کرده‌اند. این در حالی است که شاخص عدم وابستگی مطلق برای این شبکه ۸۳۶ با نسبت ۵۴ درصد است. با توجه به تعداد منابع ایگو (۲۳۳ مدرک) و تعداد منابع استناد شده ایگو (۱۰۸ مدرک) در این شبکه، برخی از منابع استناد شده توسط ایگو به صورت مکرر مورد استناد آلترها قرار گرفته است. در واقع در این شبکه، ۶۹۹ آلتر از ۱۰۸ منبع استناد شده توسط آلیسون استفاده کرده‌اند.

انتظار می‌رود در صورتی که ایگو از منابع بیشتری استفاده کرده باشد استناد آن‌ها توسط آلترها افزایش یابد اما در مقایسه با تعداد منابع مقاله آلیسون، ۸۰ درصد از آلترهای مقاله لی[2] (۲۰۱۸)، دومین مقاله از نظر کسب شاخص وابستگی مطلق (۵۱۲ مدرک)، به منابع ایگو (۵۸ منبع) استناد داده‌اند. در صورتی که این میزان در مقاله آلیسون ۴۶ درصد است؛ بنابراین، برخی از منابع ارزش بالاتری جهت کسب امتیاز در شاخص وابستگی دارند. نکته قابل توجه دیگر این که، ۵۱۲ آلتر استناد دهنده به لی از ۳۰ منبع استناد شده توسط ایگو استفاده کردند که نشان دهنده میزان بالای شاخص وابستگی در این شبکه است.

چن[3] (۲۰۱۷) نیز با کسب امتیاز ۴۳۹ سومین مدرک رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی مطلق در حیطه موضوعی فناوری هسته‌ای است. همچنین میزان شاخص عدم وابستگی نسبی (۸۳ درصد) در مقاله شین[4] (۲۰۱۶) که بیشترین میزان استناد را در مقالات پراستناد حوزه فناوری هسته‌ای به خود اختصاص داده، نشان دهنده میزان بالای عدم وابستگی در این شبکه است. به این معنی که از ۲۴۲۹ مدرک استناددهنده به شین

1. Allison
2. Li
3. Chen
4. Shin

تنها ۴۱۴ آلتر به منابع استناد شده توسط ایگو استناد داده‌اند؛ بنابراین، مقاله شین در مقایسه با سایر مقالات پراستناد حوزه فناوری هسته‌ای بیشترین میزان شاخص عدم وابستگی مطلق (۲۰۱۵ مدرک) را کسب کرده است. با توجه به یافته‌های جدول ۲، شبکه یانگ[1] (۲۰۱۸) و شین (۲۰۱۶) امتیاز برابری را از نظر شاخص وابستگی مطلق (۴۱۴ مدرک) کسب کرده‌اند؛ اما به دلیل تفاوت تعداد استناد، میزان شاخص وابستگی نسبی در شبکه ایگومحور شین، ۱۷ درصد است در صورتی که این شاخص در شبکه یانگ ۷۸ درصد است؛ بنابراین، جهت مقایسه میزان شاخص وابستگی و عدم وابستگی شبکه‌های ایگومحور توجه به شاخص‌های نسبی ضروری است.

شش مقاله اول رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی نسبی ارائه شده در جدول ۲ در شاخص عدم وابستگی مطلق و نسبی امتیاز ۰ و امتیاز کامل شاخص وابستگی نسبی را کسب کرده‌اند. به این معنی که تمام منابع استناد دهنده به ایگوها به منابع استناد شده توسط ایگو نیز استناد داده‌اند. البته تعداد پایین استنادهای این مقالات که در سال ۲۰۲۲ منتشر شده‌اند تأثیر زیادی بر کسب امتیاز شاخص وابستگی مطلق و نسبی گذاشته است. با توجه به داده‌های جدول از تعداد ۱۰۶ منبع استناد دهنده به ایگو در شبکه ایگومحور براکت[2] (۲۰۱۹) ۱۰۴ منبع به مراجع ایگو نیز استناد داده‌اند که در واقع این شبکه میزان ۹۸ درصد وابستگی نسبی دارد.

**جدول ۳. مدارک برتر قلمرو فناوری هسته‌ای رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی مطلق و نسبی**

| رتبه | نویسنده اول | وابستگی مطلق | وابستگی نسبی | عدم وابستگی مطلق | عدم وابستگی نسبی | تعداد استناد | منابع ایگو | منابع استنادشده ایگو |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | شین (۲۰۱۶) | ۴۱۴ | /۱۷ | ۲۰۱۵ | /۸۳ | ۲۴۲۹ | ۷۳ | ۴۰ |
| ۲ | تاج‌بخش (۲۰۱۶) | ۲۲۲ | /۱۷ | ۱۰۹۳ | /۸۳ | ۱۳۱۵ | ۷۶ | ۳۵ |
| ۳ | آلیسون (۲۰۱۶) | ۶۹۹ | /۴۶ | ۸۳۶ | /۵۴ | ۱۵۳۵ | ۲۳۳ | ۱۰۸ |
| ۴ | آرنولد (۲۰۱۴) | ۱۳۴ | /۱۵ | ۷۸۲ | /۸۵ | ۹۱۶ | ۱۳ | ۴ |
| ۵ | ساتیراس (۲۰۱۳) | ۲۹۹ | /۳۷ | ۵۱۶ | /۶۳ | ۸۱۵ | ۴۵۳ | ۲۶۶ |
| ۶ | گورلی (۲۰۱۲) | ۲۱۶ | /۳۰ | ۵۰۸ | /۷۰ | ۷۲۴ | ۵۴ | ۱۴ |
| ۷ | استولر (۲۰۱۳) | ۳۴۶ | /۴۱ | ۴۹۶ | /۵۹ | ۸۴۲ | ۳۲ | ۱۷ |
| ۸ | لپانن (۲۰۱۵) | ۹ | /۰۲ | ۴۶۲ | /۹۸ | ۴۷۱ | ۱۳۵ | ۱۰ |
| ۹ | آنتی موپولوس (۲۰۱۶) | ۲۲۱ | /۳۵ | ۴۰۷ | /۶۵ | ۶۲۸ | ۴۲ | ۲۸ |

1. Yong
2. Brachet

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۰ | سیرینوکونوانتا (۲۰۱۶) | ۱۸۷ | /۳۳ | ۳۸۵ | /۶۷ | ۵۷۲ | ۳۷ | ۲۰ |
| **رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی نسبی** | | | | | | | | |
| ۱ | لپانن (۲۰۱۵) | ۹ | /۰۲ | ۴۶۲ | /۹۸ | ۴۷۱ | ۱۳۵ | ۱۰ |
| ۲ | ونگ (۲۰۱۸) | ۱۳ | /۰۸ | ۱۴۱ | /۹۲ | ۱۵۴ | ۸ | ۴ |
| ۳ | نیزتیک (۲۰۲۰) | ۷ | /۱۰ | ۶۵ | /۹۰ | ۷۲ | ۹ | ۱ |
| ۴ | آرنولد (۲۰۱۴) | ۱۳۴ | /۱۵ | ۷۸۲ | /۸۵ | ۹۱۶ | ۱۳ | ۴ |
| ۵ | تاج‌بخش (۲۰۱۶) | ۲۲۲ | /۱۷ | ۱۰۹۳ | /۸۳ | ۱۳۱۵ | ۷۶ | ۳۵ |
| ۶ | روی (۲۰۲۰) | ۲۵ | /۱۷ | ۱۲۳ | /۸۳ | ۱۴۸ | ۴۵ | ۱۵ |
| ۷ | شین (۲۰۱۶) | ۴۱۴ | /۱۷ | ۲۰۱۵ | /۸۳ | ۲۴۲۹ | ۷۳ | ۴۰ |
| ۸ | رومنو (۲۰۱۵) | ۳۵ | /۱۸ | ۱۶۱ | /۸۲ | ۱۹۶ | ۳۷ | ۸ |
| ۹ | بوکاسینی (۲۰۱۶) | ۲۷ | /۱۹ | ۱۱۲ | /۸۱ | ۱۳۹ | ۲۵ | ۱۵ |
| ۱۰ | فدریکی (۲۰۱۴) | ۴۴ | /۲۱ | ۱۶۹ | /۷۹ | ۲۱۳ | ۱۹ | ۵ |

سه مقاله نخست رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی مطلق در جدول ۳ از نظر تعداد استناد نیز رتبه ۱ تا ۳ را در میان مقالات پراستناد حیطه فناوری هسته‌ای کسب کرده‌اند. این مسئله قابل انتظار بود به این دلیل که زمانی که تعداد استنادها زیاد باشد احتمال این که تعداد بیشتری از آلترها از منابع استناد شده توسط ایگو استفاده نکنند نیز بیشتر است و به همین نسبت شاخص عدم وابستگی مطلق نیز افزایش می‌یابد. آرنولد[1] (۲۰۱۴) با ۱۳ منبع و ۹۱۶ استناد امتیاز ۸۵ درصد شاخص عدم وابستگی نسبی را کسب کرده به این دلیل که ۷۸۲ آلتر در این شبکه به منابع ایگو استناد نداده و ۱۳۴ آلتر نیز تنها به ۴ مرجع ایگو استناد داده‌اند. البته این موضوع نشان دهنده ارزش بالای این منابع در دریافت استناد است به گونه‌ای که هر کدام از این ۴ منبع در این شبکه به طور میانگین ۳۳ بار توسط آلترهای این شبکه ایگومحور مورد استناد واقع شده‌اند. مقاله ستیرس[2] (۲۰۱۳) که در جایگاه پنجم از نظر شاخص عدم وابستگی مطلق قرار دارد دارای ۴۵۳ منبع و ۸۱۵ استناد است. در این شبکه ۲۹۹ آلتر به ۲۶۶ منبع استناد شده توسط ایگو (به طور متوسط هر کدام ۱ منبع) استناد داده‌اند.

تمرکز بر شاخص‌های نسبی به تنهایی جهت تصمیم‌گیری و مقایسه منابع کافی نیست و باید به شاخص‌های مطلق نیز توجه کرد. شاخص‌های نسبی تحت تأثیر تعداد استناد تفاوت‌های زیادی با شاخص‌های مطلق دارند. لپانن[3] (۲۰۱۵) از نظر شاخص عدم وابستگی نسبی با کسب امتیاز ۹۸ درصد نسبت به سایر منابع پراستناد حوزه فناوری هسته‌ای در مقام اول قرار دارد. به این علت که از ۴۷۱ آلتر در این شبکه فقط ۹ منبع به ۱۰

1. Arnold
2. Sotiras
3. Leppanen

مرجع استناد شده توسط ایگو استناد داده و ۴۶۲ منبع نیز هیچ وابستگی به منابع ایگو نداشتند. شاخص‌های نسبی تحت تأثیر تعداد استناد تفاوت‌های زیادی با شاخص‌های مطلق دارند. برای مثال، مقاله شین و تاج‌بخش[1] اولین و دومین رتبه را در شاخص عدم وابستگی مطلق دارا هستند در حالی که در شاخص عدم وابستگی نسبی به ترتیب رتبه ۷ و ۵ را کسب کرده‌اند. شاخص وابستگی نسبی و عدم وابستگی نسبی سه مقاله تاج‌بخش، شین و روی[2] (۲۰۲۰) با هم برابر است اما این منابع تفاوت‌های مهمی از نظر شاخص‌های مطلق دارند. بنابراین، شاخص‌های نسبی و مطلق جهت تصمیم‌گیری میزان این شاخص و همچنین تأثیرگذاری آن مدرک به صورت مکمل قابل استفاده هستند. برای مثال، شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی نسبی شبکه ایگو محور روی با ۱۴۸ استناد و شاخص وابستگی مطلق ۲۵ برابر با شبکه ایگومحور شین با ۲۴۲۹ استناد و وابستگی مطلق ۴۱۴ است.

**جدول ٤. مدارک برتر قلمرو مهندسی هوافضا رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی مطلق و نسبی**

| رتبه | نویسنده اول | وابستگی مطلق | وابستگی نسبی | عدم وابستگی مطلق | عدم وابستگی نسبی | تعداد استناد | منابع ایگو | منابع استنادشده ایگو |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی مطلق** | | | | | | | | |
| ۱ | ریکر (۲۰۱۵) | ۶۴۷ | /۴۲ | ۸۹۵ | /۵۸ | ۱۵۴۲ | ۳۳ | ۲۴ |
| ۲ | زیدی (۲۰۱۴) | ۳۸۷ | /۸۹ | ۴۶ | /۱۱ | ۴۳۳ | ۲۷ | ۲۰ |
| ۳ | اسمیرنو (۲۰۱۵) | ۲۹۶ | /۸۸ | ۴۲ | /۱۲ | ۳۳۸ | ۲۷ | ۱۹ |
| ۴ | مارتینز (۲۰۱۳) | ۲۸۷ | /۶۷ | ۱۴۳ | /۳۳ | ۴۳۰ | ۲۰۹ | ۱۲۷ |
| ۵ | تونسی (۲۰۱۳) | ۲۴۳ | /۴۹ | ۲۴۹ | /۵۱ | ۴۹۲ | ۴۳ | ۳۰ |
| ۶ | یانگ (۲۰۱۳) | ۱۹۹ | /۸۱ | ۴۸ | /۱۹ | ۲۴۷ | ۴۲ | ۳۸ |
| ۷ | اوبری (۲۰۱۳) | ۱۹۸ | /۸۰ | ۵۱ | /۲۰ | ۲۴۹ | ۴۹ | ۲۳ |
| ۸ | کومار (۲۰۱۴) | ۱۹۸ | /۸۸ | ۲۶ | /۱۲ | ۲۲۴ | ۴۵ | ۳۴ |
| ۹ | ویانا (۲۰۱۴) | ۱۸۵ | /۸۴ | ۳۶ | /۱۶ | ۲۲۱ | ۲۱۹ | ۹۲ |
| ۱۰ | لو (۲۰۱۴) | ۱۸۵ | /۹۲ | ۱۷ | /۰۸ | ۲۰۲ | ۱۳۴ | ۵۹ |
| **رتبه‌بندی شده از نظر شاخص وابستگی نسبی** | | | | | | | | |
| ۱ | ژو (۲۰۲۲) | ۱۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۳۹ | ۱۸ |
| ۲ | چن (۲۰۲۲) | ۸ | ۱ | ۰ | ۰ | ۸ | ۵۳ | ۳۴ |
| ۳ | خو (۲۰۲۱) | ۴۵ | /۹۶ | ۲ | /۰۴ | ۴۷ | ۱۴۴ | ۶۰ |

1. Tajbakhsh
2. Roy

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ونگ (۲۰۱۹) | ۱۷۵ | /۹۶ | ۸ | /۰۴ | ۱۸۳ | ۵۵ | ۵۲ |
| ۵ | لی (۲۰۲۰) | ۵۴ | /۹۵ | ۳ | /۰۵ | ۵۷ | ۵۸ | ۴۵ |
| ۶ | تایرا (۲۰۲۰) | ۱۱۷ | /۹۴ | ۷ | /۰۶ | ۱۲۴ | ۲۷۲ | ۱۵۶ |
| ۷ | لو (۲۰۱۴) | ۱۸۵ | /۹۲ | ۱۷ | /۰۸ | ۲۰۲ | ۱۳۴ | ۵۹ |
| ۸ | زیدی (۲۰۱۴) | ۳۸۷ | /۸۹ | ۴۶ | /۱۱ | ۴۳۳ | ۲۷ | ۲۰ |
| ۹ | مفید (۲۰۲۲) | ۸ | /۸۹ | ۱ | /۱۱ | ۹ | ۴۰ | ۶ |
| ۱۰ | کومار (۲۰۱۴) | ۱۹۸ | /۸۸ | ۲۶ | /۱۲ | ۲۲۴ | ۴۵ | ۳۴ |

جدول ۴، ده مقاله برتر در شاخص‌های وابستگی مطلق و نسبی در حوزه مهندسی هوافضا را نشان می‌دهد. ریکر[1](۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان ماهواره‌های ارزیابی سیاره‌های خورشیدی به همراه ۵۷ نویسنده دیگر پراستنادترین مقاله حیطه مهندسی هوافضا را با ۱۵۴۲ استناد به خود اختصاص داده است. از این تعداد استناد، ۶۴۷ آلتر به منابع استناد شده توسط ایگو استناد داده‌اند و بیشترین امتیاز شاخص وابستگی مطلق را کسب کرده‌اند. به طور میانگین هر کدام از ۲۴ منبع استناد شده توسط آلترها ۲۶ بار مورد استفاده قرار گرفتند. امتیاز دوم این شاخص را مقاله زیدی[2] (۲۰۱۴) با ۴۳۳ استناد و امتیاز ۳۸۷ کسب کرده است. به بیان دیگر از ۴۳۳ استناد در این شبکه تنها ۴۶ منبع هیچ رابطه استنادی با منابع استناد شده توسط ایگو ندارند و ۳۸۷ منبع از ۲۰ مقاله که ایگو به آن استناد داده است، استفاده کرده‌اند. با مشاهده داده‌های موجود در جدول ۴ می‌توان گفت ۱۰ مقاله برتر شاخص وابستگی مطلق در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ هستند و همان‌گونه که انتظار می‌رود هرچه زمان بیشتری از انتشار مقاله گذشته باشد احتمال دریافت استناد، ارتباط میان آلترها و استناد به منابع ایگو نیز بیشتر می‌شود. دو مقاله ویانا[3] (۲۰۱۴) و لو[4] (۲۰۱۴) شاخص وابستگی مطلق برابری (۱۸۵ مدرک) دارند اما به دلیل تعداد استنادهای متفاوت شاخص عدم وابستگی و نسبت‌های وابستگی و عدم وابستگی متفاوتی دارند.

مقاله زو[5] و چن[6] در سال ۲۰۲۲ امتیاز کامل شاخص وابستگی نسبی را دریافت کرده‌اند به این معنی که ۱۰ مقاله استناد دهنده به مقاله زو و ۸ آلتر در شبکه ایگومحور چن به همه منابع استنادشده توسط ایگو نیز استناد داده‌اند. با توجه به جدول ۴ دو مقاله زیدی (۲۰۱۴) و مفید[7] (۲۰۲۲) امتیاز وابستگی نسبی ۸۹ درصد را کسب کرده‌اند اما با این حال تفاوت‌های زیادی از نظر شاخص‌های مطلق دارند. در شبکه ایگومحور زیدی

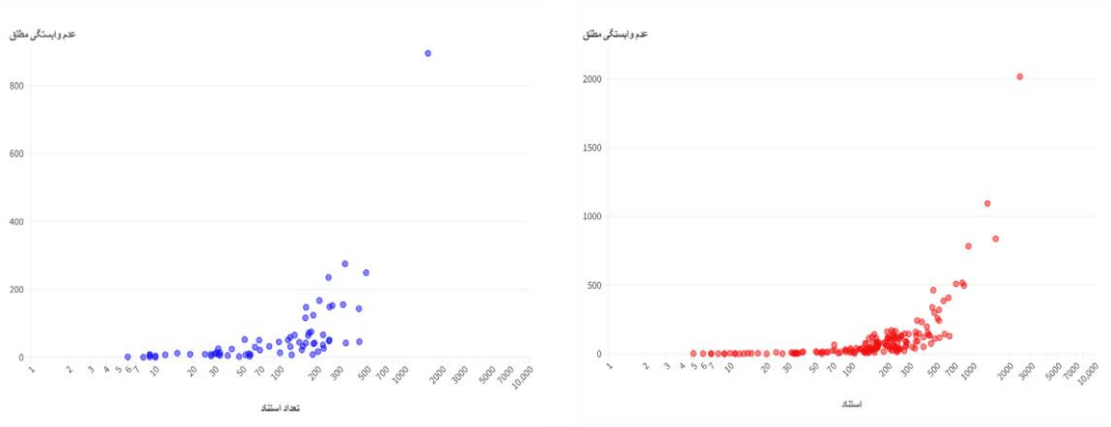
1. Ricker
2. Zidi
3. Viana
4. Lu
5. Zhou
6. Chen
7. Mofid

۳۸۷ آلتر به ۲۰ مرجع ایگو استناد داده‌اند در حالی که در شبکه ایگومحور مفید ۸ آلتر از ۶ مرجع ایگو استفاده کرده‌اند. تعداد استنادهای مقاله زیدی ۴۳۳ و تعداد استنادهای مقاله مفید ۹ است. البته مقاله زیدی فرصت بیشتری جهت دریافت استناد و افزایش شاخص وابستگی داشته و مقاله مفید در سال‌های اخیر منتشر شده و واضح است که میزان کمتری از این شاخص را به خود اختصاص دهد؛ اما با این حال هر دو شاخص وابستگی نسبی یکسانی دارند.

**جدول ۵. مدارک برتر قلمرو مهندسی هوافضا رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی مطلق و نسبی**

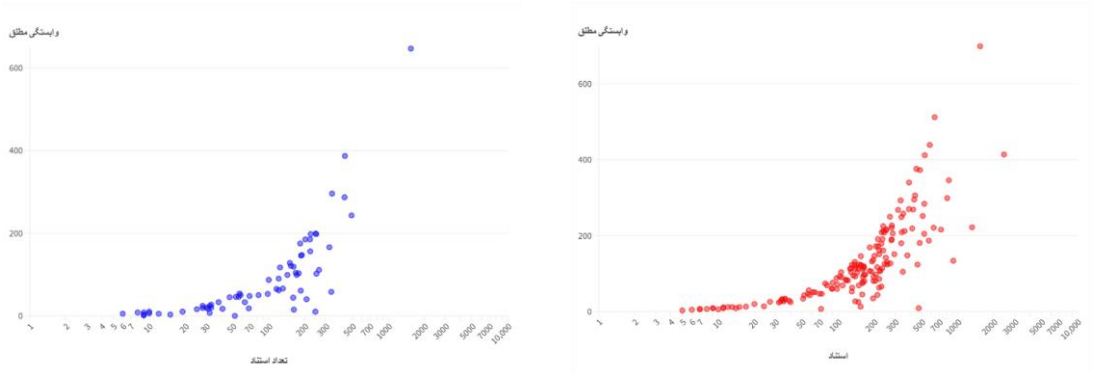
| رتبه | نویسنده اول | وابستگی مطلق | وابستگی نسبی | عدم وابستگی مطلق | عدم وابستگی نسبی | تعداد استناد | منابع ایگو | منابع استنادشده ایگو |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی مطلق** | | | | | | | | |
| ۱ | ریکر (۲۰۱۵) | ۶۴۷ | /۴۲. | ۸۹۵ | /۵۸. | ۱۵۴۲ | ۳۳ | ۲۴ |
| ۲ | سستارتی (۲۰۱۴) | ۵۸ | /۱۷. | ۲۷۵ | /۸۳. | ۳۳۳ | ۳۵ | ۷ |
| ۳ | تونسی (۲۰۱۳) | ۲۴۳ | /۴۹. | ۲۴۹ | /۵۱. | ۴۹۲ | ۴۳ | ۳۰ |
| ۴ | تسودا (۲۰۱۳) | ۱۰ | /۰۴. | ۲۳۵ | /۹۶. | ۲۴۵ | ۵ | ۱ |
| ۵ | جیانگ (۲۰۱۲) | ۴۰ | /۱۹. | ۱۶۷ | /۸۱. | ۲۰۷ | ۳۳ | ۱۷ |
| ۶ | واتنسکولپونگ (۲۰۱۴) | ۱۶۶ | /۵۲. | ۱۵۵ | /۴۸. | ۳۲۱ | ۳۳ | ۲۱ |
| ۷ | هوانگ (۲۰۱۲) | ۱۱۱ | /۴۲. | ۱۵۲ | /۵۸. | ۲۶۳ | ۲۷ | ۲۳ |
| ۸ | سامارتینو (۲۰۱۳) | ۱۰۲ | /۴۱. | ۱۴۸ | /۵۹. | ۲۵۰ | ۲۰ | ۷ |
| ۹ | دل پورتیلو (۲۰۱۹) | ۱۵ | /۰۹. | ۱۴۷ | /۹۱. | ۱۶۲ | ۳۰ | ۶ |
| ۱۰ | مارتینز (۲۰۱۳) | ۲۸۷ | /۶۷. | ۱۴۳ | /۳۳. | ۴۳۰ | ۲۰۹ | ۱۲۷ |
| **رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی نسبی** | | | | | | | | |
| ۱ | ونگ (۲۰۲۰) | ۰ | ۰ | ۵۲ | ۱ | ۵۲ | ۲۹ | ۰ |
| ۲ | تسودا (۲۰۱۳) | ۱۰ | /۰۴. | ۲۳۵ | /۹۶. | ۲۴۵ | ۵ | ۱ |
| ۳ | دل پورتیلو (۲۰۱۹) | ۱۵ | /۰۹. | ۱۴۷ | /۹۱. | ۱۶۲ | ۳۰ | ۶ |
| ۴ | یی (۲۰۲۲) | ۱ | /۱۱. | ۸ | /۸۹. | ۹ | ۳۱ | ۴ |
| ۵ | سستارتی (۲۰۱۴) | ۵۸ | /۱۷. | ۲۷۵ | /۸۳. | ۳۳۳ | ۳۵ | ۷ |
| ۶ | جیانگ (۲۰۱۲) | ۴۰ | /۱۹. | ۱۶۷ | /۸۱. | ۲۰۷ | ۳۳ | ۱۷ |
| ۷ | شو (۲۰۲۲) | ۳ | /۲۰. | ۱۲ | /۸۰. | ۱۵ | ۴۰ | ۱۹ |
| ۸ | ژنگ (۲۰۲۱) | ۷ | /۲۲. | ۲۵ | /۷۸. | ۳۲ | ۵۴ | ۱۳ |
| ۹ | چمپاسک (۲۰۲۰) | ۱۸ | /۲۶. | ۵۰ | /۷۴. | ۶۸ | ۶۳ | ۹ |
| ۱۰ | لمر (۲۰۱۷) | ۴۴ | /۲۸. | ۱۱۶ | /۷۳. | ۱۶۰ | ۷۸ | ۱۱ |

با توجه به داده‌های جدول ۵، مورد انتظار است ریکر به دلیل تعداد استنادهای بیشتری که نسبت به سایر منابع پراستناد قلمرو مهندسی هوافضا دارد، در شاخص‌های مطلق نیز امتیاز بیشتری کسب کند. در این شبکه ایگومحور ۸۹۵ آلتر به منابع استناد شده ایگو استناد نداده و دلیلی برای کسب امتیاز اول در شاخص عدم وابستگی مطلق شده‌اند. با این حال در این مقاله شاخص عدم وابستگی نسبی (۵۸ درصد) نسبت به شاخص وابستگی نسبی (۴۲ درصد) بیشتر است. سزارتی[1] (۲۰۱۴)، تونسی[2] (۲۰۱۳) و سودا[3] (۲۰۱۳) به ترتیب با ۲۷۵، ۲۴۹ و ۲۳۵ امتیاز در شاخص عدم وابستگی مطلق در جایگاه دوم تا چهارم رتبه‌بندی این شاخص قرار دارند و امتیاز شاخص عدم وابستگی نسبی آن‌ها نیز نسبت به شاخص وابستگی نسبی بیشتر است. با این حال مقاله سودا بالاترین نسبت (۹۶ درصد) را در شاخص عدم وابستگی نسبی در مقایسه با سایر مقالات رتبه‌بندی شده در شاخص عدم وابستگی مطلق کسب کرده است. از ۲۴۵ آلتر این شبکه ایگومحور، ۲۳۵ آلتر هیچ رابطه استنادی با منابع ایگو ندارند و تنها ۱۰ آلتر به ۱ منبع ایگو استناد داده‌اند. وانگ[4] (۲۰۲۰) با ۵۲ استناد اولین مقاله در رتبه‌بندی شاخص عدم وابستگی نسبی را به خود اختصاص داده به این معنی که هیچ‌کدام از ۵۲ آلتر به ۲۹ منبع مورد استناد ایگو استناد ندادند. مقاله دل پورتیلو[5] (۲۰۱۹) با ۱۶۲ استناد امتیاز ۹۲ درصد را در شاخص عدم وابستگی مطلق کسب کرده و در جایگاه سوم از نظر رتبه‌بندی در میان منابع پراستناد حوزه هوافضا قرار دارد و مقاله یی[6] (۲۰۲۲) با ۹ استناد و کسب امتیاز ۸۹ درصد از این شاخص در جایگاه چهارم قرار دارد. در شبکه ایگو محور یی تنها ۱ آلتر به ۴ منبع از مراجع ایگو استناد داده است. بنابراین این مقاله عدم وابستگی بالایی دارد.




**نمودار ۱. شاخص وابستگی و عدم وابستگی مطلق در قلمروهای مهندسی هوافضا و فناوری**

1. Cesarettit
2. Tounsi
3. Tsuda
4. Wang
5. del Portillo
6. Ye




**نمودار۲. شاخص وابستگی و عدم وابستگی مطلق در قلمروهای مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای**

در نمودار۲ روند تغییرات شاخص وابستگی مطلق و عدم وابستگی مطلق در دو حیطه موضوعی مورد بررسی قابل مشاهده است. نمودارها توزیع آماری نامتقارن دارند به این معنی که شیب نمودار در این شاخص‌ها در استنادهای پایین تقریباً ثابت و در استنادهای بالا روند افزایشی دارد. شاخص‌های وابستگی مطلق و عدم وابستگی مطلق در هر دو حوزه تا استناد ۱۰۰ شیب ثابتی دارد به این معنی که با افزایش استناد عدم وابستگی افزایش نمی‌یابد؛ اما از استناد ۱۰۰ نمودار به سمت افزایش این شاخص در نتیجه افزایش استناد پیش می‌رود. همچنین با توجه به نمودار ۲ بیشترین تراکم عدم وابستگی مطلق در حیطه فناوری هسته‌ای در استنادهای بین ۵۰ تا ۵۰۰ است و زمانی که نمودار به سمت خطی شدن پیش می‌رود تراکم کاهش می‌یابد. ضریب همبستگی اسپیرمن نشان دهنده وجود رابطه همبستگی مثبت قوی میان شاخص وابستگی مطلق و استناد با ضریب اطمینان ۹۹٪ در حوزه فناوری هسته‌ای (۸۷٪) و همچنین در حوزه مهندسی هوافضا (۸۵٪) است؛ اما این شاخص با تعداد منابع ایگو در حیطه فناوری هسته‌ای رابطه همبستگی مثبت اما ضعیفی (۲۱٪) دارد. همچنین رابطه میان شاخص وابستگی مطلق و سال انتشار در هر دو حیطه موضوعی همبستگی منفی است به این معنی که در سال‌های اخیر شاخص وابستگی مطلق کاهش یافته است. شاخص عدم وابستگی مطلق در هر دو حیطه موضوعی با سال انتشار رابطه همبستگی منفی و با تعداد استناد رابطه همبستگی مثبت دارد.

در حیطه فناوری هسته‌ای شاخص عدم وابستگی نسبی با سال انتشار همبستگی منفی (۵۱٪-) و با تعداد استناد رابطه همبستگی مثبت (۴۵٪) دارد. به این معنی که وابستگی نسبی و عدم وابستگی نسبی برعکس همدیگر با سال و تعداد استناد رابطه دارند. هرچه تعداد استناد بیشتر شود، وابستگی نسبی کاهش و عدم وابستگی نسبی افزایش می‌یابد و هرچه مقالات قدیمی‌تر باشند، وابستگی نسبی کمتر اما عدم وابستگی نسبی افزایش می‌یابد. وابستگی نسبی با تعداد استناد در حوزه فناوری هسته‌ای رابطه همبستگی منفی (۴۵٪-) و با سال انتشار رابطه همبستگی مثبت (۵۱٪) دارد. این شاخص نیز با تعداد منابع ایگو رابطه همبستگی مثبت

ضعیفی دارد (۲۰/.). در حیطه مهندسی هوافضا میان تعداد منابع ایگو و شاخص وابستگی نسبی رابطه همبستگی مثبت و میان شاخص عدم وابستگی نسبی و تعداد منابع ایگو رابطه همبستگی منفی وجود دارد.

با توجه به نمودار ۱، در قلمرو فناوری هسته‌ای هشت درصد داده‌ها دارای استناد بیش از ۵۰۰ ، ۶۴ درصد بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ استناد و ۲۸ درصد نیز پایین‌تر از ۱۰۰ استناد دارند. بنابراین، طبیعی است که در نمودارها محدوده بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ استناد متراکم‌تر باشد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نیز نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت میان این شاخص‌ها و تعداد استناد است. همان‌گونه که نمودار نشان می‌دهد شیب نمودارهای وابستگی مطلق از نظر ارتباط مثبت با تعداد استناد نسبت به عدم وابستگی مطلق بیشتر است به این معنی که استناد تأثیر بیشتری بر وابستگی مطلق می‌گذارد. در واقع، می‌توان گفت در نمودارهای وابستگی مطلق و عدم وابستگی مطلق در دو حوزه شاخص‌ها با تعداد استناد یک رابطه یکنواخت غیرخطی دارد.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله وابستگی و عدم وابستگی تأثیر استنادی یک مدرک بر اساس استناد از آلترها (منابع استناددهنده به منبع هسته) به مراجع استناد شده توسط ایگو محاسبه شد. همچنین، دیدگاه نسبی و دیدگاه مطلق در مورد وابستگی و عدم وابستگی تأثیر استنادی به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. دلیل این که در این پژوهش شاخص‌های نسبی و مطلق در کنار هم مطرح و مورد بررسی قرار گرفتند این است که شاخص‌های نسبی تحت تأثیر تعداد استناد تفاوت‌های زیادی با شاخص‌های مطلق دارند و هر کدام از این شاخص‌ها به تنهایی امکان مقایسه و تصمیم‌گیری در مورد میزان وابسته بودن و یا عدم وابسته بودن را فراهم نمی‌کنند و در واقع لازم است در این راستا هر دو نوع شاخص مد نظر قرار گیرد. به صورت کلی بعضی از انتشارات ممکن است با مبنا قرار دادن انتشارات جدیدتر و نقش داشتن در دانش عملی جدید به روش انباشته، اثرگذاری خود را اعمال کنند. احتمالاً این انتشارات به طور معمول همراه با انتشاراتی که آن‌ها را مبنا قرار داده‌اند، مورد استناد قرار خواهند گرفت. فرض می‌شود که تأثیر استنادی این انتشارات وابستگی زیادی داشته باشند. اثرگذاری سایر انتشارات ممکن است بدون تکیه بر انتشارات گذشته باشد. این انتشارات ممکن است ایده‌های جدیدی را معرفی کنند که به صورت نسبتاً مستقل از ادبیات اخیر توسعه داده شده‌اند؛ بنابراین، همراه با سایر انتشاراتی که وابستگی شدیدی به آن‌ها دارند، مورد استناد قرار نخواهند گرفت و تأثیر استنادی نسبتاً مستقلی دارند.

نتایج پژوهش نشان داد با افزایش استناد، وابستگی و عدم وابستگی مطلق افزایش اما وابستگی نسبی کاهش می‌یابد. همچنین در سال‌های اخیر هر دو شاخص وابستگی و عدم وابستگی مطلق میزان کمتری نسبت به سال‌های قدیمی‌تر دارند. بو و دیگران (۲۰۲۱) نیز به این نتیجه رسیدند که شاخص وابستگی در سال‌های

اخیر کاهش یافته است. البته دلیل کاهش شاخص وابستگی می‌تواند به داده‌های استفاده شده در این پژوهش نیز مربوط شود. اول، این که داده‌های خارج از مجموعه هسته وبگاه علم در این پژوهش در نظر گرفته نشده و همچنین نوع منبع نیز فقط مقالات انتخاب شده است. برای مثال، مقالات همایش‌ها می‌توانند نقش مؤثری در افزایش این شاخص داشته باشند. به این دلیل که مقالات همایش‌ها در مقایسه با مقالات علمی پژوهشی و مروری نمایه شده در پایگاه‌های معتبر به ویژه مجموعه هسته وبگاه علم، مراحل ساده‌تری را از نگارش تا انتشار طی می‌کنند و از این رو در صورتی که این نوع منبع نیز در نظر گرفته شود، میزان شاخص‌های علم‌سنجی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از طرفی به دلیل ویژگی متمایز این مقاله که با رویکرد شبکه‌های ایگومحور انجام شده است و هر کدام از ایگوها شبکه جداگانه‌ای را تشکیل داده‌اند؛ بنابراین، در الگوریتم نوشته شده باید هر کدام از شبکه‌ها به تفکیک بررسی شوند و در نتیجه امکان در نظر گرفتن سایر محمل‌های اطلاعاتی و یا پایگاه‌های متفاوت وجود نداشت. از این رو، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده سایر محمل‌های اطلاعاتی و انواع متفاوت پایگاه‌ها را بررسی و نتایج آن با پژوهش حاضر مقایسه گردد.

همچنین، نتایج حاکی از این است که شاخص وابستگی نسبی با سال انتشار رابطه همبستگی مثبتی دارد. شاخص عدم وابستگی نسبی دارای همبستگی مثبت با تعداد استناد است و در سال‌های اخیر نیز میزان این شاخص افزایش یافته است و تعداد منابع بیشتر ایگو ارتباط مستقیمی با افزایش میزان شاخص وابستگی ندارد. شیبایاما و وانگ (۲۰۲۰) نیز به این نتیجه رسیدند که تعداد استناد و تعداد منابع بر شاخص اصالت تأثیرگذار است. آن‌ها همچنین به این نتیجه مشابه رسیدند که سال‌های اخیر میزان کمتری از شاخص اصالت را داشتند و در سال‌های قدیمی این شاخص بیشتر بوده است.

نتایج نشان دهنده این است که میزان وابستگی نسبی در هر دو حیطه موضوعی نسبت به عدم وابستگی نسبی بیشتر بوده است. بنابراین، در صورتی که میزان استناد نرمال‌سازی گردد و اثر آن برای همه منابع یکسان در نظر گرفته شود در این پژوهش میزان وابسته بودن منابع پراستناد دو حیطه مورد بررسی به منابع گذشته بیشتر از عدم وابستگی بوده است. در این مقاله، پر استنادترین مقاله قلمرو مهندسی هوافضا بیشترین میزان شاخص وابستگی مطلق را کسب کرده است. البته شاخص‌های مطلق به شدت تحت تأثیر تعداد استناد قرار می‌گیرند و قابل انتظار است که هرچه تعداد استنادها بیشتر باشد شاخص‌های مطلق نیز افزایش یابند و هرچه زمان بیشتری از انتشار مقاله گذشته باشد احتمال دریافت استناد، ارتباط میان آلترها و استناد به منابع ایگو نیز بیشتر شود. برای مثال سه مقاله اول رتبه‌بندی شده از نظر شاخص عدم وابستگی مطلق از نظر تعداد استناد نیز رتبه اول تا سوم را در میان مقالات پراستناد حیطه فناوری هسته‌ای کسب کرده‌اند.

پژوهش این مقاله تنها روی یک دیدگاه به نام تأثیر استنادی متمرکز است. بر اساس یک مطالعه تجربی پژوهشگران دریافتند که فقط ۲۲/۲ درصد از انتشارات از همه صفحات اینترنتی اچ تی ام ال[1] دانلود شده‌اند و فقط ۳/۳ درصد از آن به استنادهای واقعی تبدیل شده‌اند. در واقع، تأثیرات بسیار زیادی وجود دارند که بایستی فراتر از استنادها توصیف شوند به این مفهوم تأثیر علمی چندبعدی است (بولن[2] و دیگران، ۲۰۰۹). تأثیر علمی دارای ابعاد بسیار گسترده‌ای از جمله ابعاد اجتماعی، اقتصادی، بین المللی، محیطی، فرهنگی و سیاسی است. بنابراین تصمیم‌گیری در رابطه با میزان تأثیرگذاری انتشارات علمی نیاز به بررسی ابعاد متفاوتی دارد و پیشنهاد می‌شود در پژوهش دیگری سایر ابعاد تأثیرگذاری منابع علمی بررسی گردد.

درک جریان دانش علمی در قلمروهای گوناگون موضوعی است که باعث می‌شود سازمان‌هایی که در حیطه ارزیابی کیفیت تولیدات علمی، شاخص‌های علم‌سنجی، شاخص‌های استنادی و سیاستگذاری‌های پژوهشی فعالیت می‌کنند از نتایج این پژوهش در طراحی بهتر نظام‌های مدیریت دانش علمی استفاده کنند. در واقع ابعاد متفاوت اثرگذاری پژوهش‌ها می‌تواند در فرایند ارزیابی تولیدات علمی و همچنین پیشینه پژوهش کاربرد داشته باشد و اطلاعات جدیدی را در حیطه ارزیابی پژوهش‌ها ارائه دهد. بنابراین، استفاده از این شاخص می‌تواند مکملی جهت بیان تأثیرگذاری پژوهش‌ها باشد و در رتبه‌بندی انتشارات علمی به متخصصین علم‌سنجی کمک کند.

یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر حجم زیاد داده‌ها بود به‌گونه‌ای که نقطه برش منابع پراستناد جهت توانایی مدیریت حجم داده‌ها انتخاب گردید و امکان بررسی استنادهای کم و متوسط و همچنین مقایسه سه سطح از استنادها فراهم نشد. در همین راستا امکان مقایسه قلمروهای متفاوت موضوعی فراهم نگردید، نوع منابع به مقالات محدود شد و انواع متفاوت منابع نیز در نظر گرفته نشدند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده پژوهشگران به ارزیابی این شاخص در قلمروهای گوناگون موضوعی و استنادهای کم و متوسط بپردازند. همچنین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده تغییرات این شاخص در مرور زمان رصد شده و از منظر انواع متفاوت منابع (مقالات مروری، پژوهشی) مقایسه گردد.

## سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر همکاری در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

1. HTML
2. Bollen

## References


Aksnes, D. W., & Taxt, R. E. (2004). Peer reviews and bibliometric indicators: a comparative study at a Norwegian university. *Research Evaluation*, 13(1), 33-41.

Allison, J., Amako, K., Apostolakis, J., Arce, P., Asai, M., Aso, T. Bagli, E., Bagulya, A., Banerjee, S., ... & Yoshida, H. (2016). Recent developments in Geant 4. *Nuclear instruments and methods in physics research section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Illawarra Health and Medical Research Institute, 835, 186-225.

An, W., Beauvile, R., & Rosche, B. (2022). Causal network analysis. *Annual Review of Sociology*, 48, 23-41.

Arnold, O., Bilheux, J. C., Borreguero, J. M., Buts, A., Campbell, S. I., Chapon, L., ... & Zikovsky, J. (2014). Mantid—Data analysis and visualization package for neutron scattering and μ SR experiments. *Nuclear instruments and methods in physics research section a: accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 764, 156-166.

Bellanca, L. (2009). Measuring interdisciplinary research: analysis of co-authorship for research staff at the University of York. *Bioscience Horizons*, 2(2), 98-112.

Bollen, J., Van de Sompel, H., Hagberg, A., & Chute, R. (2009). A principal component analysis of 39 scientific impact measures. *PloS one*, 4(6), e6022.

Bornmann, L., & Daniel, H. D. (2008). What do citation count measure? A review of studies on citing behavior. *Journal of Documentation*, 64(1), 45-80.

Bornmann, L., Devarakonda, S., Tekles, A., & Chacko, G. (2020). Is disruption index indicators convergently valid? The comparison of several indicator variants with assessments by peers. *Quantitative Science Studies*, 1(3), 1242-1259.

Bornmann, L., & Tekles, A. (2019a). Disruption index depends on length of citation window. *El profesional de la información*, 28(2), 1-2.

Bornmann, L., & Tekles, A. (2019b). Disruptive papers published in Scientometrics. *Scientometrics*, 120(1), 331-336.

Brachet, J. C., Idarraga-Trujillo, I., Le Flem, M., Le Saux, M., Vandenberghe, V., Urvoy, S., ... & Sanchette, F. (2019). Early studies on Cr-Coated Zircaloy-4 as enhanced accident tolerant nuclear fuel claddings for light water reactors. *Journal of Nuclear Materials*, 517, 268-285.

Bridle, H., Vrieling, A., Cardillo, M., Araya, Y., & Hinojosa, L. (2013). Preparing for an interdisciplinary future: A perspective from early-career researchers. *Futures*, 53, 22-32.

Bu, Y., Waltman, L., & Huang, Y. (2019). A multidimensional framework for characterizing the citation impact of scientific publications. *Quantitative science studies*, 2(1), 155-183.

Cesaretti, G., Dini, E., De Kestelier, X., Colla, V., & Pambaguian, L. (2014). Building components for an outpost on the Lunar soil by means of a novel 3D printing technology. *Acta Astronautica*, 93, 430-450.

Chakraborty, T., Joshi, A., Paul, P. S., & Bhatia, S. (2021). Wider, or deeper! On predicting future of scientific articles by influence dispersion tree. *Predicting the Dynamics of Research Impact*, 151-176.

Chen, H., Zhang, Y., Kalra, M. K., Lin, F., Chen, Y., Liao, P., ... & Wang, G. (2017). Low-dose CT with a residual encoder-decoder convolutional neural network. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 36(12), 2524-2535.

Chen, Z. Y., Meng, Y., Wang, R. Y., & Chen, T. (2022). Systematic fuzzy Navier–Stokes equations for aerospace vehicles. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 94(3), 351-359.

Cole, S., & Cole, J. R. (1968). Visibility and the structural bases of awareness of scientific research. *American Sociological Review*, 33(3), 397-413.

Cronin, B. (2005). *The hand of science: Academic writing and its rewards*. Scarecrow Press.

Davoudi, S., & Pendlebury, J. (2010). Centenary paper: The evolution of planning as an academic discipline. *Town Planning Review*, 81(6), 613-646.

Del Portillo, I., Cameron, B. G., & Crawley, E. F. (2019). A technical comparison of three low earth orbit satellite constellation systems to provide global broadband. *Acta Astronautica*, 159, 123-135.

Funk, R. J., & Owen-Smith, J. (2017). A dynamic network measure of technological change. *Management Science*, 63(3), 791-817.

Golosovsky, M. (2019). *Citation Analysis and Dynamics of Citation Networks*. Springer International Publishing.

Hagstrom, W. O. (1971). Inputs, outputs, and the prestige of university science departments. *Sociology of Education*, 44(4), 375-397.

Halgin, D. S., & Borgatti, S. P. (2012). An introduction to personal network analysis and tie churn statistics using E-NET. *Connections*, 32(1), 37-48.

Leppänen, J., Pusa, M., Viitanen, T., Valtavirta, V., & Kaltiaisenaho, T. (2015). The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013. *Annals of Nuclear Energy*, 82, 142-150.

Li, X., Chen, H., Qi, X., Dou, Q., Fu, C. W., & Heng, P. A. (2018). H-DenseUNet: hybrid densely connected UNet for liver and tumor segmentation from CT volumes. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 37(12), 2663-2674.

Lu, F. K., & Braun, E. M. (2014). Rotating detonation wave propulsion: experimental challenges, modeling, and engine concepts. *Journal of Propulsion and Power*, 30(5), 1125-1142.

Mendoza, M. (2021). Differences in citation patterns across areas, article types and age groups of researchers. *Publications*, 9(4), 47.

Min, C., Ding, Y., Li, J., Bu, Y., Pei, L., & Sun, J. (2018). Innovation or imitation: The diffusion of citations. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(10), 1271–1282.

Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015). A review of theory and practice in scientometrics. *European Journal of Operational Research*, 246(1), 1-19.

Mofid, O., & Mobayen, S. (2021). Adaptive finite-time backstepping global sliding mode tracker of quad-rotor UAVs under model uncertainty, wind perturbation, and input saturation. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, *58*(1), 140-151.

Ricker, G. R., Winn, J. N., Vanderspek, R., Latham, D. W., Bakos, G. Á., Bean, J. L., ... & Villasenor, J. (2015). Transiting exoplanet survey satellite. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, 1(1), id. 014003.

Roy, S., Menapace, W., Oei, S., Luijten, B., Fini, E., Saltori, C., ... & Demi, L. (2020). Deep learning for classification and localization of COVID-19 markers in point-of-care lung ultrasound. *IEEE transactions on medical imaging*, 39(8), 2676-2687.

Shibayama, S., & Wang, J. (2020). Measuring originality in science. *Scientometrics*, 122(1), 409-427.

Shin, H. C., Roth, H. R., Gao, M., Lu, L., Xu, Z., Nogues, I., ... & Summers, R. M. (2016). Deep convolutional neural networks for computer-aided detection: CNN architectures, dataset characteristics and transfer learning. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1285-1298.

Smith, A. T., & Eysenck, M. (2002). *The correlation between RAE ratings and citation counts in psychology*. Departmental Technical Report.

Sotiras, A., Davatzikos, C., & Paragios, N. (2013). Deformable medical image registration: A survey. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 32(7), 1153-1190.

Tajbakhsh, N., Shin, J. Y., Gurudu, S. R., Hurst, R. T., Kendall, C. B., Gotway, M. B., & Liang, J. (2016). Convolutional neural networks for medical image analysis: Full training or fine tuning? *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1299-1312.

Tounsi, A., Houari, M. S. A., & Benyoucef, S. (2013). A refined trigonometric shear deformation theory for thermoelastic bending of functionally graded sandwich plates. *Aerospace Science and Technology*, 24(1), 209-220.

Tsuda, Y., Yoshikawa, M., Abe, M., Minamino, H., & Nakazawa, S. (2013). System design of the Hayabusa2—Asteroid sample return mission to 1999 JU3. *Acta Astronautica*, 91, 356-362.

Viana, F. A., Simpson, T. W., Balabanov, V., & Toropov, V. (2014). Special section on multidisciplinary design optimization: metamodeling in multidisciplinary design optimization: how far have we really come? *AIAA Journal*, 52(4), 670-690.

Waltman, L. (2016). A review of the literature on citation impact indicators. Journal of Informetrics, 10, 365-391.

Waltman, L., & Van Eck, N. J. (2015). Field-normalized citation impact indicators and the choice of an appropriate counting method. *Journal of Informetrics*, 9(4), 872-894.

Wang, D., & Xu, W. (2020). Minimum weight optimal design of truss structure with frequency response function constraint. *Journal of Aerospace Engineering*, 33(4), 04020028.

Wildgaard, L., Schneider, J. W., & Larsen, B. (2014). A review of the characteristics of 108 author-level bibliometric indicators. Scientometrics, 101(1), 125-158.

Wu, L., Wang, D., & Evans, J. A. (2019). Large teams develop and small teams disrupt science and technology. *Nature*, 566(7744), 378-382.

Wu, Q., & Yan, Z. (2019). *Solo citations, duet citations, and prelude citations: New measures of the disruption of academic papers*. arXiv.

Xu, J., Ding, Y., & Malic, V. (2015). Author credit for transdisciplinary collaboration. *PloS One*, 10(9), e0137968.

Yan, E. (2016). Disciplinary knowledge production and diffusion in science. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(9), 2223-2245.

Yang, Q., Yan, P., Zhang, Y., Yu, H., Shi, Y., Mou, X., ... & Wang, G. (2018). Low-dose CT image denoising using a generative adversarial network with Wasserstein distance and perceptual loss. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 37(6), 1348-1357.

Ye, D., Zou, A. M., & Sun, Z. (2021). Predefined-time predefined-bounded attitude tracking control for rigid spacecraft. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 58(1), 464-472.

Yoshikane, F., Nozawa, T., & Tsuji, K. (2006). Comparative analysis of co-authorship networks considering authors' roles in collaboration: differences between the theoretical and application areas. *Scientometrics*, 68(3), 643-655.

Zidi, M., Tounsi, A., Houari, M. S. A., & Bég, O. A. (2014). Bending analysis of FGM plates under hygro-thermo-mechanical loading using a four variable refined plate theory. *Aerospace Science and Technology*, 34, 24-34.

Zou, Y., Zhu, Y., Bai, Y., Wang, L., Jia, Y., Shen, W., ... & Peng, Y. (2021). Scientific objectives and payloads of Tianwen-1, China's first Mars exploration mission. *Advances in Space Research*, 67(2), 812-823.