زودآیند ویرایش نشده

Farshid Danesh[1]

Zahra Nematollahi[2*]

Scientometrics Research Journal
Scientific Bi-Qualterly Journal of Shahed University/ Article in Press (Not edited)

Ego-Centric Citation Network of Highly Cited Iranian Computer Science Papers: Examining Dependency and Independence

Abstract

Purpose: This study investigates the structural patterns of scientific influence among highly cited publications by Iranian researchers in Computer Science using Ego-Centered Citation Networks (ECCNs). Moving beyond conventional citation-based indicators, it focuses on dependency and independence metrics to capture qualitative dimensions of scientific impact, including intellectual cohesion, convergence, dispersion, and the relative autonomy of citation flows.

Methodology: This applied study used network-based scientometric indicators within a quantitative–analytical design. The study population consisted of highly cited papers authored by Iranian computer science researchers who, according to the Essential Science Indicators (ESI), were ranked among the top 1% worldwide. In total, 45 researchers and 219 highly cited papers were identified. The papers were published between 2013 and 2023, and their citation data were retrieved from the Web of Science Core Collection (WOSCC). Data required to construct the ECCNs were collected and stored through web scraping using Mimfa Scraper and JavaScript. The extracted data covered bibliographic information for focal papers (egos), references cited by each ego, citations received by the ego (alters), and references cited by the alters. Altogether, 1,886,000 records were extracted. Network processing and indicator computation were performed using Mimfa Ravar Datalab and C#. Absolute dependency was defined as the number of alters that cited the ego's reference sources; relative dependency as the ratio of this number to all alters; absolute independence as the number of alters that did not cite the ego's sources; and relative independence as the ratio of this number to all alters. Descriptive statistical analyses and scatterplot-based examinations of indicator distributions were conducted in EXCEL, while network and chart visualizations were produced using Gephi and Flourish.

Findings: The Ego-Centered Citation Networks of highly cited Iranian Computer Science papers exhibit diverse patterns of scientific influence in terms of dependency and independence. Papers with higher dependency values, particularly those in domains such as metaheuristic optimization algorithms and medical imaging, exhibited more cohesive citation structures and more concentrated intellectual trajectories. In these cases, citing papers

1. Associate Professor, Information Management Department, Islamic World Science and Technology Monitoring & Citation Institute (ISC), Shiraz, Iran. Email: farshiddanesh@isc.ac.
2. Ph.D in Knowledge and Information Science Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: Zahra.Neamatollahi@yahoo.com. (Corresponding Author).

Receive: ../../….
Acceptance: ../../….

not only referred to the focal paper but also substantially overlapped with its reference base, indicating shared theoretical and methodological foundations around the ego paper. Such configurations suggest a concentrated form of scientific influence in which a focal paper contributes to the consolidation of a research line, the stabilization of a methodological tradition, or the formation of a coherent citation cluster. By contrast, interdisciplinary and emerging papers, especially those situated at the intersection of artificial intelligence, health, energy systems, and the Internet of Things, displayed higher levels of independence. This pattern suggests that ideas introduced or synthesized by these focal papers may have diffused through more diverse and relatively independent citation pathways beyond the original reference base of the ego paper. The descriptive examination of scatterplots further indicated that papers receiving larger numbers of citations often showed higher values of either absolute dependency or absolute independence. This suggests that citation volume may be associated with two different forms of influence: in some cases, a higher number of citations is accompanied by stronger overlap with the ego's foundational references; in other cases, it is accompanied by a broader set of independent citing paths. Accordingly, highly cited papers do not necessarily exert influence through a single structural mechanism. Some function as intellectual anchors within dense and cohesive clusters, whereas others operate as bridges across multiple and less tightly connected research areas.

Conclusion: This study examined 219 highly cited papers authored by 45 Iranian computer science researchers between 2013 and 2023 to identify structural patterns of dependency and independence within ECCNs. The results indicate that the scientific influence of highly cited Iranian Computer Science papers is multidimensional and cannot be adequately understood through citation counts alone. Dependency and independence indicators provide a more nuanced view of how a paper influences subsequent research by distinguishing between cohesive, reference-sharing citation structures and more dispersed, autonomous citation pathways. Papers with higher dependency values appear to contribute to concentrated and cumulative forms of influence, particularly in mature and specialized domains such as optimization and medical imaging. In these contexts, focal papers and their citing papers tend to draw on a shared intellectual base, suggesting continuity, convergence, and the possible emergence of paradigm-building research traditions or schools of thought. Conversely, papers with higher independence values, especially in interdisciplinary and emerging topics, appear to generate wider and more heterogeneous patterns of uptake. These papers may stimulate research beyond their original citation environment and support the horizontal diffusion of ideas across domains. Overall, dependency and

independence metrics can complement traditional citation indicators by offering a more discriminating basis for identifying foundational works, intellectual leaders, interdisciplinary bridges, and early signals of innovation in Computer Science.

Keywords: Ego-Centered Citation Networks (ECCNs), Citation dependency, Citation independence, Highly cited papers, Scientometrics, Computer science

زودآیند ویرایش نشده

زودآیند ویرایش نشده

پژوهش‌نامه علم‌سنجی
دوفصلنامه علمی ـ پژوهشی دانشگاه شاهد/ زودآیند ویرایش نشده

شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد علوم رایانه: شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی

فرشید دانش[1]
زهرا نعمت الهی[2*]

۱. دانشیار گروه مدیریت اطلاعات، مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام(ISC)، شیراز، ایران. رایانامه: farshiddanesh@isc.ac
۲. دکترای علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه: Zahra.Neamatollahi@yahoo.Com

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر تحلیل ساختاری نفوذ علمی مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه از منظر شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور است. این مقاله با عبور از شاخص‌های کمی متداول، کیفیت، جهت و الگوی انتقال دانش را در قالب شبکه‌های استنادی ایگومحور تبیین می‌کند.

روش‌شناسی: پژوهش از نوع کاربردی و با شاخص‌های علم‌سنجی و تحلیل شبکه‌ای با رویکرد تحلیلی انجام شده است. جامعه آماری شامل ۲۱۹ مقاله پراستناد متعلق به ۴۵ پژوهشگر ایرانی علوم رایانه (یک درصد برتر پایگاه ESI) از محصولات پایگاه کلاریویت در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ است. داده‌های استنادی از مجموعه هسته وب آو ساینس استخراج و شبکه‌های استنادی ایگومحور با استفاده از ابزارهای میمفا راور دیتالب، گفی و اکسل تحلیل شدند. شاخص‌های وابستگی مطلق و نسبی و عدم وابستگی مطلق و نسبی محاسبه و تفسیر گردید.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد علوم رایانه، الگوهای متنوعی از نفوذ علمی را آشکار می‌کنند. مقالات دارای وابستگی بالاتر، به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند الگوریتم‌های بهینه‌سازی و تصویربرداری پزشکی، از ساختارهای استنادی منسجم‌تر و جریان‌های فکری متمرکزتری برخوردار بودند. در مقابل، مقالات میان‌رشته‌ای و نوظهور، الگوهایی از عدم وابستگی بالاتر را نشان دادند که بیانگر گسترش ایده‌ها در مسیرهای استنادی مستقل‌تر و متنوع‌تر است. بررسی نمودارهای پراکندگی نیز نشان داد که افزایش تعداد استنادها، در بسیاری از موارد با افزایش مقادیر مطلق وابستگی یا عدم وابستگی همراه بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد نفوذ علمی مقالات پراستناد علوم رایانه ایران هم به‌صورت متمرکز و پارادایم‌ساز و هم به‌صورت پراکنده و نوآورانه تحقق می‌یابد. شاخص‌های شبکه‌های استنادی ایگومحور ابزارهای مکمل و ضروری برای ارزیابی دقیق‌تر اثرگذاری علمی و سیاست‌گذاری پژوهشی محسوب می‌شوند.

واژگان کلیدی: شبکه‌های استنادی ایگومحور؛ وابستگی استنادی؛ عدم وابستگی استنادی؛ مقالات پراستناد؛ علم‌سنجی؛ علوم رایانه

دریافت: ۰۰۰/۰۰/۰۰
پذیرش: ۰۰۰/۰۰/۰۰

مقدمه و بیان مسئله

علوم رایانه یکی از پویاترین رشته‌های علمی معاصر است که زیربنای تحولات دیجیتال، هوش مصنوعی، پردازش داده‌های عظیم و فناوری‌های نوظهور را تشکیل می‌دهد. این قلمرو با زیرشاخه‌هایی مانند الگوریتم‌های بهینه‌سازی، یادگیری ماشین، سیستم‌های توزیع‌شده، اینترنت اشیاء و امنیت سایبری، نه تنها در پیشرفت‌های صنعتی و اقتصادی نقش کلیدی دارد، بلکه در حل مسائل پیچیده اجتماعی مانند مدیریت همه‌گیری‌ها، بهینه‌سازی انرژی و توسعه شهرهای هوشمند نیز کاربرد گسترده‌ای یافته است. در ایران، پژوهشگران این قلمرو در سال‌های اخیر رشد چشمگیری در انتشار مقالات پراستناد داشته‌اند و بسیاری از آثارشان در مجلات معتبر بین‌المللی نمایه شده و در فهرست یک درصد برتر شاخص های اساسی علوم[1] قرار گرفته است؛ این امر نشان‌دهنده پتانسیل بالای کشور در رقابت جهانی علوم رایانه است (Aksnes et al., 2019) با این حال، ارزیابی دقیق تأثیرگذاری این انتشارات علمی، فراتر از شمارش ساده استنادها، به یکی از اولویت‌های اصلی نظام علم و فناوری تبدیل شده است.

شاخص‌های سنتی مانند تعداد استناد، اچ‌ایندکس یا ضریب تأثیر مجله نمی‌توانند تفاوت میان دو نوع تأثیرگذاری را به خوبی تبیین کنند: تأثیرگذاری که از طریق شکل‌گیری خوشه‌های دانشی متراکم و همگرا رخ می‌دهد و تأثیرگذاری که به صورت پراکنده و مستقل در قلمروهای مختلف گسترش می‌یابد (Mingers & Leydesdorff, 2015; Waltman, 2016).

شبکه‌های استنادی ایگومحور[2] نوعی از شبکه‌های علم‌سنجی هستند که در آن یک مقاله خاص به عنوان «ایگو» (مقاله کانونی) در مرکز قرار می‌گیرد و گره‌های اطراف آن «آلترها» (مقالات استناددهنده به ایگو) هستند. در این شبکه‌ها، علاوه بر روابط مستقیم استنادی، روابط میان آلترها و ارتباط آلترها با منابع مرجع ایگو نیز بررسی می‌شود. این رویکرد امکان تحلیل ساختار درونی شبکه استنادی پیرامون یک مقاله را فراهم می‌کند و شاخص‌های متنوعی مانند عمق، گستردگی، وابستگی و عدم وابستگی برای سنجش کیفیت و نوع تأثیرگذاری علمی ارائه می‌دهد. دو شاخص وابستگی[3] و عدم وابستگی[4] به طور خاص میزان انسجام یا استقلال استنادهای دریافتی را نشان می‌دهند (Bu et al., 2021; McCarty et al., 2019; Perry et al., 2018).

وابستگی مطلق، تعداد آلترهایی را نشان می‌دهد که به منابع مرجع ایگو نیز استناد کرده‌اند؛ در حالی که وابستگی نسبی، نسبت این تعداد به کل آلترها را بیان می‌کند. وابستگی بالا نشانه انسجام فکری و ادامه جریان پژوهشی مشترک بر پایه منابع بنیادین است و معمولاً در آثار پارادایم‌ساز و خوشه‌های دانشی متراکم دیده می‌شود (Bu et al., 2021). در مقابل، عدم وابستگی مطلق و نسبی به آلترهایی اشاره دارد که بدون استناد به منابع مرجع ایگو، تنها به مقاله کانونی

[1] Essential Science Indicators (ESI)
[2] Ego-Centric Citation Networks (ECCNs)
[3] Dependency
[4] Independence

زودآیند ویرایش نشده

ارجاع داده‌اند؛ این شاخص بیانگر استقلال استنادها و گسترش ایده‌ها به قلمروهای جدید با هم‌پوشانی کم است و اغلب در مقالات میان‌رشته‌ای، کاربردی یا مروری مشاهده می‌شود (Stern & Tol, 2021; Yang et al., 2024).

در زمینه علوم رایانه ایران، که پیشرفت‌های آن عمدتاً در قلمروهایی چون الگوریتم‌های فراابتکاری، یادگیری ماشین و اینترنت اشیاء متمرکز است، شناخت دقیق توزیع این شاخص‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. آیا مقالات پراستناد ایرانی بیشتر خوشه‌های دانشی منسجم با وابستگی بالا ایجاد کرده‌اند یا تأثیر آن‌ها عمدتاً از طریق استنادهای مستقل و پراکنده محقق شده است؟ عدم توجه به این ابعاد ساختاری می‌تواند منجر به تخصیص نادرست منابع شود؛ برای مثال، حمایت بیش از حد از پژوهش‌های با استناد پراکنده در حالی که آثار بنیادین با پتانسیل شکل‌دهی به پارادایم‌های جدید کمتر شناسایی می‌شوند. همچنین، در شرایط محدودیت دسترسی به منابع بین‌المللی، درک الگوهای وابستگی می‌تواند نشان دهد که جریان دانش تا چه حد در داخل کشور منسجم شده یا همچنان به استنادهای خارجی وابسته است. با وجود گسترش شاخص‌های علم‌سنجی و شبکه‌ای، بخش مهمی از ارزیابی مقالات پراستناد همچنان بر شاخص‌هایی مانند تعداد استناد، شاخص اچ، ضریب تأثیر مجله یا معیارهای مرکزیت در شبکه متکی است. این شاخص‌ها اگرچه در شناسایی میزان توجه، جایگاه یا اهمیت نسبی آثار علمی سودمندند، اما به‌تنهایی نشان نمی‌دهند که استنادهای دریافتی یک مقاله تا چه اندازه بر منابع فکری مشترک استوارند یا تا چه حد در مسیرهای مستقل و پراکنده گسترش یافته‌اند(Mingers & Leydesdorff, 2015; Waltman, 2016).

همچنین شاخص‌هایی مانند پیج‌رنک، الگوریتمHITS ، مرکزیت بینیت و مرکزیت نزدیکی بیشتر جایگاه، اعتبار یا نقش واسطه‌ای گره‌ها را در شبکه مشخص می کنند (Brin & Page, 1998; Freeman, 1979, Kleinberg, 1999).

در مقابل، شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور، رابطه میان مقاله کانونی، منابع مورد استناد آن و مقالات استناددهنده را بررسی می‌کنند و از این طریق کیفیت نفوذ علمی را از نظر انسجام، تداوم دانشی و استقلال جریان‌های استنادی روشن‌تر می‌سازند (Bu et al., 2021; Wu et al., 2019). با این حال، کاربرد این شاخص‌ها در تحلیل مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه کمتر مورد توجه قرار گرفته است و همین امر شکاف اصلی پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهد.

بنابراین پژوهش حاضر با هدف پر کردن این شکاف دانشی، توزیع شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در دو سطح مطلق و نسبی را در شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه بررسی کرده است. پژوهش حاضر به این پرسش اصلی پاسخ می‌دهد که الگوی وابستگی و عدم وابستگی (در سطوح مطلق و نسبی) در شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه چگونه است؟

پرسش‌های پژوهش

۱. وابستگی مطلق و وابستگی نسبی در شبکه استنادی ایگومحور انتشارات علمی پژوهشگران پراستناد ایرانی علوم رایانه چگونه است؟

۲. عدم وابستگی مطلق و عدم وابستگی نسبی در شبکه استنادی ایگومحور انتشارات علمی پژوهشگران پراستناد ایرانی علوم رایانه چگونه است؟

چارچوب نظری

تحلیل روابط استنادی در علم، صرفاً ابزاری برای سنجش کمّی تأثیرگذاری نیست، بلکه بازتابی از سازوکارهای عمیق اجتماعی، شناختی و نهادی تولید و تحول دانش به شمار می‌رود. استناد، به‌مثابه یک کنش اجتماعی در نظام علم، همزمان کارکرد ارجاع معرفتی و تخصیص اعتبار را بر عهده دارد و از این طریق در بازتولید ساختارهای دانشی نقش ایفاء می‌کند(Merton, 1968) . بنابراین، الگوهای استنادی را می‌توان شاخصی از وابستگی‌های شناختی، مسیرهای انتقال ایده‌ها و نیز میزان استقلال یا پیوستگی جریان‌های فکری دانست؛ زیرا روابط استنادی علاوه بر بازنمایی انتشار دانش، می‌توانند ساختار فکری و نحوه ارتباط میان اجزای یک حوزه علمی را آشکار سازند (Yang & Liu, 2022). در این چارچوب، تحلیل ساختار روابط استنادی امکان گذار از سنجش‌های کمّی ساده به فهم پویایی درونی نظام دانش را فراهم می‌آورد و نشان می‌دهد که چگونه دانش علمی در بستر شبکه‌ای از تعاملات انباشته و جهت‌دار شکل می‌گیرد (Chen et al., 2010).

یکی از بنیان‌های نظری برای تبیین این پویایی، نظریه پارادایمی کوهن است. کوهن در اثر خود با عنوان ساختار انقلاب‌های علمی استدلال می‌کند که علم در دوره‌های «علم عادی» در چارچوب پارادایم‌های مسلط پیش می‌رود و پژوهشگران عمدتاً در محدوده مفهومی و روش‌شناختی تثبیت‌شده به حل مسائل مورد پذیرش جامعه علمی می‌پردازند (Kuhn, 1970). در چنین شرایطی، تمرکز استنادات بر مجموعه‌ای از آثار بنیادین را می‌توان نشانه‌ای از انسجام شناختی، وجود پیوندهای فکری مشترک و تعهد پژوهشگران به یک سنت علمی مسلط دانست؛ زیرا خوشه‌های هم‌استنادی، ساختار فکری و روابط میان مبانی نظری یک حوزه علمی را بازنمایی می‌کنند (Chen et al., 2010). در مقابل، افزایش تنوع منابع مورد استناد، تغییر ترکیب خوشه‌های هم‌استنادی یا ایجاد پیوند میان حوزه‌های مفهومی متفاوت می‌تواند قرینه‌ای از ظهور مسائل و جهت‌گیری‌های پژوهشی جدید و دگرگونی تدریجی ساختار فکری یک حوزه باشد (Chen et al., 2010; Tang, 2021). از این منظر، همگرایی یا واگرایی در شبکه‌های استنادی را می‌توان بازتابی از میزان تثبیت، بازآرایی یا تحول ساختارهای معرفتی و حتی نشانه‌ای از تغییرات پارادایمی در یک حوزه علمی تلقی کرد (Tang, 2021).

در سطح جامعه‌شناختی، نظریه هنجاری علم مرتون (Merton, 1968) چارچوبی تحلیلی برای فهم رفتار استنادی ارائه می‌دهد. به‌زعم مرتون، علم بر مجموعه‌ای از هنجارهای نهادی استوار است و استناد یکی از مهم‌ترین

زودآیند ویرایش نشده

سازوکارهای تخصیص اعتبار در اجتماع علمی است. مفهوم «مزیت تجمعی»[1] که او مطرح می‌کند، نشان می‌دهد چگونه آثار دارای توجه اولیه بیشتر، در چرخه‌ای تقویتی، به منابع مسلط تبدیل می‌شوند و استنادهای بیشتری جذب می‌کنند. این فرآیند می‌تواند به تمرکز استنادی بر هسته‌ای محدود از منابع و شکل‌گیری وابستگی‌های شناختی پایدار منجر شود. در مقابل، زمانی که پژوهشگران به منابع کمتر تثبیت‌شده یا قلمروهای نوظهور استناد می‌دهند، مسیرهای مستقل رشد دانش تقویت می‌شود و امکان تحول ساختاری فراهم می‌آید. مرتون (Merton, 1988) در مقاله خود با عنوان «اثر متیو در علم(۲)» به انتقادهایی که بر «اثر متیو» واردشده بود پاسخ داد و به دنبال آن امروزه در سطحی وسیع از اثر متیو برای مطالعات مقایسه ای کشورها، دانشگاه‌ها، افراد و حتی مجله‌ها استفاده می‌شود و در تمامی موارد سعی بر این است که بروندادهای آن‌ها با توجه به دروندادهایشان ارزیابی شوند (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۰).

مفهوم «کالج‌های نامرئی»[2] نیز در تبیین ساختار اجتماعی تولید دانش اهمیت دارد. کرین (Crane, 1972) نشان می‌دهد که دانش علمی در شبکه‌هایی غیررسمی از پژوهشگران با علایق مشترک شکل می‌گیرد و این اجتماعات از طریق ارجاع به منابع مشترک، انسجام فکری خود را حفظ می‌کنند. هم‌پوشانی بالای استنادی در چنین شبکه‌هایی نشان‌دهنده وجود اجتماع علمی منسجم و تثبیت‌شده است؛ در حالی که تنوع در منابع مورد استناد می‌تواند بیانگر تعامل میان اجتماع‌های مختلف، مرزگشایی دانشی یا ورود به قلمروهای میان‌رشته‌ای باشد. بدین‌ترتیب، ساختار استنادی نه‌تنها بازتاب روابط شناختی، بلکه نمایانگر پیوندهای اجتماعی میان کنشگران علم است.

از منظر انتشار دانش، نظریه انتشار نوآوری[3] راجرز (Rogers, 2003) چارچوبی مکمل برای درک الگوهای گسترش ایده‌های علمی فراهم می‌آورد. بر اساس این نظریه، نوآوری‌ها از طریق شبکه‌های ارتباطی در نظام‌های اجتماعی منتشر می‌شوند و الگوی انتشار آن‌ها می‌تواند متمرکز یا پراکنده باشد. در برخی موارد، ایده‌ها در یک اجتماع علمی خاص تثبیت می‌شوند و انتشار آن‌ها عمدتاً درون همان شبکه رخ می‌دهد؛ در موارد دیگر، نوآوری‌ها به قلمروهای متنوع سرایت می‌کنند و مسیرهای پذیرش متفاوتی را طی می‌کنند. این تمایز در ساختار استنادی به صورت تمرکز ارجاعات یا پراکندگی آن‌ها در حوزه‌های مختلف قابل مشاهده است و می‌تواند نشانگر عمق یا گستره تأثیر علمی باشد (Rogers, 2003; Wu et al., 2017; Yang & Liu, 2022).

مطالعات شبکه‌ای علم نیز بر نقش ساختار در تحول دانش تأکید دارند. پرایس (Price, 1965) با تحلیل رشد علم نشان داد که توسعه دانش با الگوهای ساختاری مشخصی همراه است و روابط میان آثار علمی می‌تواند شکل‌گیری قلمروهای دانشی را آشکار سازد. همچنین، تحلیل هم‌استنادی که توسط اسمال (Small, 1973) مطرح شد، نشان می‌دهد که الگوهای هم‌استنادی قادرند ساختار فکری یک قلمرو و شیوه سازمان‌یابی آن را بازنمایی کنند. این رویکردها نشان می‌دهند که شبکه‌های استنادی ابزارهایی برای کشف معماری شناختی علم هستند و می‌توانند

[1] cumulative advantage
[2] Invisible Colleges
[3] Diffusion of Innovations Theory

هسته‌های مرکزی، خوشه‌های دانشی و مرزهای مفهومی را آشکار کنند (Small, 1973).

در حوزه علم‌سنجی نیز ساختار روابط استنادی به‌عنوان شاخصی برای مطالعه سازمان‌یابی و تحول دانش مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌های لیدسدورف (Leydesdorff, 2007) نشان می‌دهد که شبکه‌های استنادی نه‌تنها شدت تأثیرگذاری، بلکه شیوه توزیع و جریان دانش را منعکس می‌کنند. تمرکز استنادها بر مجموعه‌ای محدود از منابع بیانگر انسجام شناختی و تداوم سنت‌های فکری است؛ در حالی که تنوع مسیرهای استنادی نشان‌دهنده گسترش افقی دانش، تعامل میان قلمروها و امکان نوآوری مفهومی است. از این رو، تحلیل ساختار استنادی می‌تواند مکملی نظری برای سنجه‌های کمّی رایج باشد و ابعاد کیفی تحول دانش را آشکار سازد.

در کنار نظریه های بالا، شاخص‌ها و الگوریتم‌های متعددی نیز برای تحلیل ساختار شبکه‌های علمی توسعه یافته‌اند. برای نمونه، الگوریتم پیج‌رنک[1] با در نظر گرفتن تعداد و کیفیت پیوندهای ورودی، اعتبار نسبی گره‌ها را در شبکه برآورد می‌کند (Brin & Page, 1998). الگوریتم HITS نیز با تمایز میان گره‌های مرجع[2] و گره‌های هاب[3]، جایگاه عناصر شبکه را از منظر نقش آن‌ها در ساختار استنادی مشخص می‌سازد (Kleinberg, 1999). علاوه بر این، شاخص‌های مرکزیت مانند مرکزیت درجه، بینیت و نزدیکی برای سنجش موقعیت ساختاری گره‌ها در شبکه به کار می‌روند (Freeman, 1979). همچنین تحلیل هم‌استنادی (Small, 1973) و شاخص‌های جدیدتری مانند شاخص گسست علمی[4] با هدف شناسایی ساختارهای دانشی، آثار تحول‌آفرین و تغییر مسیرهای علمی توسعه یافته‌اند (Wu et al., 2019). با وجود اهمیت این رویکردها، تمرکز اصلی آن‌ها بر اعتبار، جایگاه یا نقش ساختاری گره‌ها در شبکه است؛ در حالی که شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور، الگوی ارتباط میان مقاله کانونی، منابع مورد استناد آن و مقالات استناددهنده را بررسی می‌کنند و از این طریق، میزان تداوم یا استقلال جریان دانش پیرامون یک اثر علمی را آشکار می‌سازند. از این رو، این شاخص‌ها را می‌توان مکمل شاخص‌های متداول شبکه‌ای دانست که بُعد متفاوتی از کیفیت تأثیرگذاری علمی را نمایان می‌کنند. در مجموع، ادبیات نظری نشان می‌دهد که الگوهای استنادی بازتاب پویایی درونی نظام علم هستند و میان نیروهای همگرا (تثبیت، انسجام، مزیت تجمعی) و واگرا (نوآوری، میان‌رشتگی، تحول پارادایمی) تعادل برقرار می‌کنند. همگرایی در ارجاعات، نشانه تثبیت چارچوب‌های معرفتی و انسجام اجتماعات علمی است؛ در حالی که واگرایی و تنوع در مسیرهای استنادی می‌تواند بیانگر گسترش مرزهای دانش و تحول مفهومی باشد. بر این اساس، تحلیل ساختاری شبکه‌های استنادی چارچوبی نظری برای فهم عمیق‌تر تولید، انتشار و دگرگونی دانش فراهم می‌آورد و امکان تبیین فرآیندهای شناختی و اجتماعی علم را فراتر از شاخص‌های کمّی مهیا می‌سازد.

[1] PageRank
[2] Authorities
[3] Hubs
[4]. Disruption Index

زودآیند ویرایش نشده

پیشینه پژوهش

تحلیل شبکه‌های استنادی به عنوان یکی از ابزارهای بنیادین علم‌سنجی، از دهه ۱۹۶۰ با معرفی شاخص استنادی علم توسط گارفیلد (Garfield, 1964) آغاز شد و نقش کلیدی در ارزیابی تأثیرگذاری انتشارات علمی ایفا کرده است. مطالعات اولیه بر شاخص‌های کمی مانند تعداد استنادها و ضریب تأثیر تمرکز داشتند (Garfield, 1972)؛ اما با گذشت زمان، محدودیت‌های این رویکردها، از جمله نادیده گرفتن ساختار روابط استنادی، مورد انتقاد قرار گرفت (Mingers & Leydesdorff, 2015; Waltman, 2016). در این راستا، رویکردهای شبکه‌محور توسعه یافتند که روابط میان مدارک را به صورت گره‌ها و پیوندها مدل‌سازی می‌کنند (Yan & Ding, 2010). شبکه‌های استنادی ایگومحور به عنوان زیرمجموعه‌ای از این رویکردها، مقاله کانونی (ایگو) را در مرکز قرار می‌دهند و روابط میان منابع استناددهنده (آلترها) و ارتباط آن‌ها با منابع مرجع ایگو را بررسی می‌کنند تا جنبه‌های ساختاری مانند انسجام و پراکندگی را آشکار سازند (McCarty et al., 2019; Perry, et al., 2018).

در ادبیات بین‌المللی، شاخص‌های متنوعی برای تحلیل این شبکه‌ها پیشنهاد شده است. بو و همکاران (Bu et al., 2021) چارچوبی چندبعدی برای سنجش تأثیر استنادی ارائه دادند که شامل عمق و گستردگی می‌شود و بر تمایز میان تأثیر عمیق و گسترده تأکید دارد. شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی به طور خاص بر روابط آلترها با منابع مرجع ایگو تمرکز دارند؛ وابستگی بیانگر انسجام فکری و شکل‌گیری خوشه‌های دانشی است، در حالی که عدم وابستگی به استنادهای مستقل و گسترش میان‌رشته‌ای اشاره می‌کند (Chakraborty et al, 2021; Stern & Tol, 2021). مین و همکاران (Min et al., 2018) در بررسی انتشار استنادها، نشان دادند که الگوهای وابستگی می‌توانند بین نوآوری و تقلید تمایز ایجاد کنند، در حالی که موهاپاترا و همکاران (Mohapatra et al., 2019) با استفاده از درخت‌های پراکندگی تأثیر، تأثیر گسترده یا عمیق مقالات رابه‌صورت کمی ارزیابی کردند. همچنین، یانگ و همکاران (Yang et al., 2024) در پژوهشی بر الگوهای تکامل دانش علمی مبتنی بر شبکه‌های ایگومحور ریزدانه، عوامل درونی و بیرونی مانند وابستگی به منابع اولیه را تحلیل کردند و بر پویایی شبکه تأکید نمودند. دینگ (Ding, 2019) نیز پیشنهاد کرد که روابط مستقیم میان مدارک استناددهنده می‌تواند تمایز میان تأثیر وابسته یا مستقل را مشخص کند. در زمینه کاربرد عملی، نعمت‌الهی و همکاران (Neamatollahi et al., 2024) در مرور سیستماتیک بر شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور، نشان دادند که این شاخص‌ها می‌توانند ارزیابی کیفی بروندادهای علمی را تقویت کنند. همچنین، اکسنس و همکاران (Aksnes et al., 2019) بر کیفیت استنادها و نظریه‌های زیربنایی آن‌ها تمرکز کردند و پیشنهاد کردند که شاخص‌های ساختاری مانند وابستگی می‌توانند جایگزین مناسبی برای معیارهای سنتی باشند. وانگ و همکاران (Wang, et al., 2017) نیز هشدار دادند که تعصب علیه نوآوری در علم می‌تواند با تحلیل شبکه‌های ایگومحور شناسایی شود، در حالی که وو و همکاران (Wu et al., 2019) نشان دادند که تیم‌های بزرگ توسعه‌دهنده و تیم‌های کوچک اخلال‌گر علم هستند، که این الگوها با شاخص‌های وابستگی همخوانی دارد.

در علوم رایانه نیز تحلیل شبکه‌های استنادی به‌طور گسترده برای مطالعه ساختار دانش و تحول قلمروهای پژوهشی به‌کار گرفته شده است. برای نمونه، فام و همکاران (Pham et al., 2011) با استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی، روند شکل‌گیری و توسعه شاخه‌های مختلف علوم رایانه را بررسی کردند و نشان دادند که روابط استنادی می‌تواند ساختار و تکامل این حوزه را آشکار سازد. همچنین، دوارکوندا و همکاران (Devarakonda et al., 2020) و با تحلیل استناد مستقیم و هم‌استنادی، ساختار موضوعی علوم رایانه را مطالعه کردند و نشان دادند که تحلیل روابط استنادی اطلاعاتی فراتر از شمارش استنادها درباره سازمان‌یافتگی دانش را فراهم می‌کند. افزون بر این، کلمینسکی و همکاران (Klemiński et al., 2022) با مقایسه استناد مستقیم، هم‌استنادی و پیوند کتاب‌شناختی در ادبیات علوم رایانه، نشان دادند که هر یک از این روابط جنبه متفاوتی از ساختار دانش را آشکار می‌سازد. با وجود این، در بررسی پیشینه پژوهش، مطالعه‌ای که شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور انتشارات علوم رایانه را بررسی کرده باشد، مشاهده نگردید. از این‌رو، این مقاله با تمرکز بر مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه به این مسئله پرداخته است.

در پیشینه‌های فارسی، مطالعات علم‌سنجی اغلب بر شاخص‌های کمی و شبکه‌های هم‌نویسندگی تمرکز داشته‌اند. حسن‌زاده، خدادوست و زندیان (۱۳۹۱) شاخص‌های هم‌تألیفی، مرکزیت و چاله‌های ساختاری دانشمندان نانوتکنولوژی ایران را بررسی کردند و بر نقش ساختار شبکه در عملکرد پژوهشی تأکید نمودند. سهیلی و عصاره (۱۳۹۲) مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه‌های علمی را تحلیل کردند و پیشنهاد کردند که این شاخص‌ها می‌توانند انسجام دانشی را نشان دهند. جعفری (۱۳۹٤) تحلیل استنادی انتشارات دانشمندان فیزیک هسته‌ای ایران را انجام داد و بر نقشه‌برداری علمی تمرکز کرد. تاج‌الدینی، سهیلی و سادات موسوی (۱۳۹۸) سنجه‌های مرکزیت در شبکه‌های هم‌نویسندگی را بررسی کردند و بر هم‌افزایی یا هم‌زدایی در عملکرد پژوهشگران تأکید داشتند. یمین فیروز و همکاران (۱٤۰۰) تحلیل استناد و خوداستنادی در مطالعات مذهبی جهان را انجام دادند و شاخص اچ را مورد توجه قرار دادند. نعمت‌الهی، خادمی‌زاده، دانش و قضاوی (۱٤۰۳) در مرور سیستماتیک بر شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور، بر اهمیت وابستگی و عدم وابستگی در ارزیابی کیفی تأکید کردند و پیشنهاد کردند که این شاخص‌ها می‌توانند شکاف‌های دانشی را پر کنند. همچنین، نعمت‌الهی و همکاران (۱٤۰۲) در پایش شبکه‌های استنادی ایگومحور مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای، نشان دادند که وابستگی نسبی بالاتر از عدم وابستگی است و با افزایش استنادها، وابستگی مطلق افزایش می‌یابد اما وابستگی نسبی کاهش پیدا می‌کند؛ همچنین، شاخص عدم وابستگی نسبی با تعداد استناد و سال انتشار همبستگی مثبت دارد و تعداد منابع ایگو با وابستگی همبستگی مستقیم ندارد.

مرور پیشینه‌های پژوهش نشان می‌دهد که تحلیل شبکه‌های استنادی از یک رویکرد کمّی و مبتنی بر شمارش استنادها به سوی رویکردی ساختارمحور و چندبعدی تحول یافته است. در حالی که شاخص‌های سنتی مانند تعداد استناد و ضریب تأثیر که توسط یوجین گارفیلد (Garfield, 1964) بنیان‌گذاری شد، امکان سنجش کمّی تأثیر را فراهم کردند، مطالعات متأخر بر این نکته تأکید دارند که بدون در نظر گرفتن ساختار روابط میان مدارک، ارزیابی تأثیر

زودآیند ویرایش نشده

علمی ناقص خواهد بود. رویکردهای شبکه‌ای، به‌ویژه شبکه‌های استنادی ایگومحور، با تمرکز بر تعامل میان مقاله کانونی، منابع مرجع آن و مدارک استناددهنده، امکان تحلیل ابعاد عمیق‌تر تأثیر مانند انسجام فکری، پراکندگی، عمق و گستردگی را فراهم ساخته‌اند. شاخص‌هایی چون وابستگی و عدم وابستگی نشان می‌دهند که تأثیر علمی می‌تواند هم در قالب شکل‌گیری خوشه‌های دانشی منسجم (تأثیر عمیق) و هم در قالب گسترش میان‌رشته‌ای و استنادهای مستقل (تأثیر گسترده) بروز یابد؛ از این‌رو، تحلیل ساختاری شبکه می‌تواند تمایز میان نوآوری، تقلید، توسعه تدریجی یا اخلال علمی را آشکار کند.

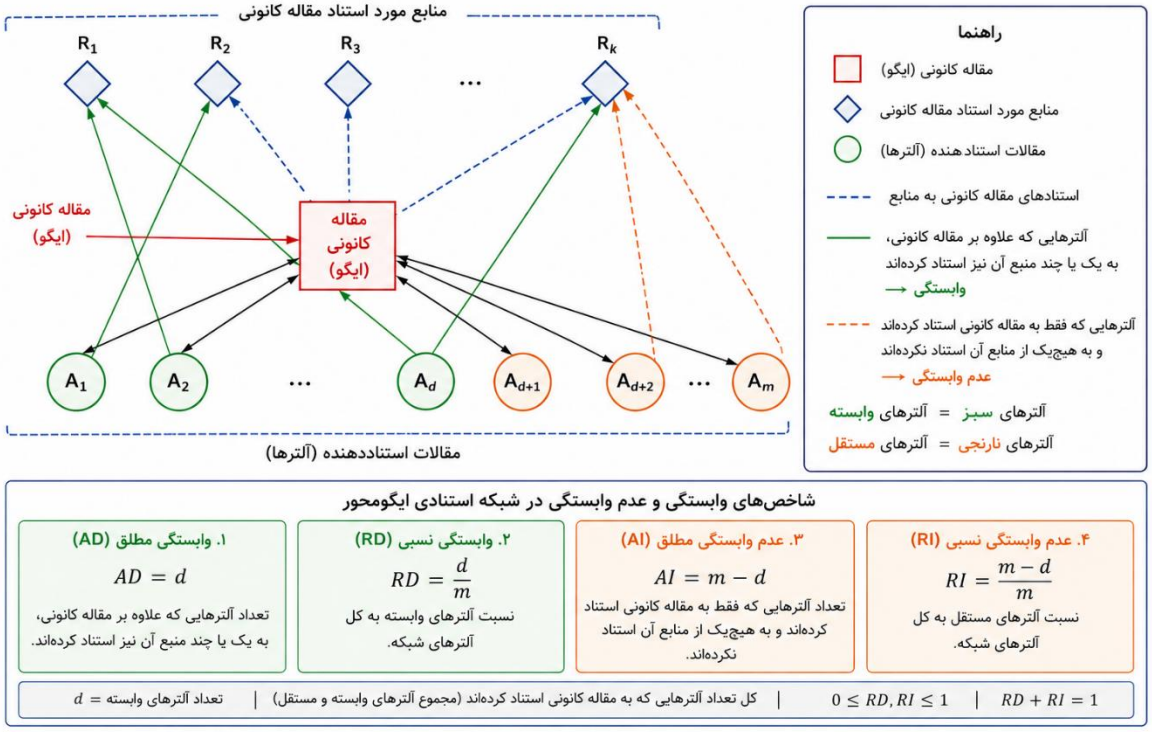
مرور مطالعات داخلی و خارجی نشان داد که تحلیل شبکه‌های استنادی در سال‌های اخیر از سنجه‌های صرفاً مبتنی بر شمارش استنادها به سمت شاخص‌های ساختاری و چندبعدی حرکت کرده است. اگرچه پژوهش‌های متعددی به معرفی شاخص‌های جدید، تحلیل ساختار شبکه‌های استنادی، خوشه‌بندی موضوعی و ارزیابی تأثیر علمی در سطح کلان پرداخته‌اند، بر اساس پیشینه بررسی‌شده در این پژوهش، مطالعه‌ای یافت نشد که شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی را در شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی حوزه علوم رایانه به کار گرفته باشد. ازاین‌رو، تاکنون تصویری روشن از میزان وابستگی یا استقلال استنادی این مقالات و چگونگی شکل‌گیری تأثیر علمی آن‌ها در شبکه‌های استنادی مشاهده نشده است. بنابراین، این مقاله با بهره‌گیری از شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی، درصدد است این خلأ را برطرف کرده و تصویری ساختاری از الگوهای اثرگذاری علمی مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه را ارائه دهد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی است که با استفاده از شاخص‌ها و تکنیک‌های علم‌سنجی تحلیل شبکه‌ای با رویکرد تحلیلی انجام شده است. این مطالعه به روش کمی- تحلیلی طراحی گردید و هدف آن مطالعه شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور است. جامعه آماری پژوهش شامل مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی قلمرو علوم رایانه است که بر اساس فهرست شاخص‌های اساسی علوم[1] در یک درصد برتر جهانی قرار گرفته‌اند. تعداد این پژوهشگران ۴۵ نفر و تعداد مقالات پراستناد آن‌ها ۲۱۹ مقاله می‌باشد. این مقالات از ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ منتشر شده‌اند و داده‌های استنادی آن‌ها از مجموعه هسته وب آو ساینس[2]استخراج گردید. داده‌های مورد نیاز برای ایجاد شبکه‌های استنادی ایگومحور از طریق وب‌اسکرپینگ[3](استخراج خودکار داده‌ها از وب‌سایت) با استفاده از ابزار میمفا اسکرپر[4]و زبان برنامه‌نویسی جاوا اسکریپت جمع‌آوری و ذخیره شد. سطوح داده‌های استخراج‌شده شامل اطلاعات کتابشناختی مقالات کانونی (ایگو)، منابع استنادشده توسط ایگو، استنادهای دریافتی ایگو (آلترها) و منابع استنادشده توسط آلترها بود. مجموع داده استخراج‌شده ۱۸۸۶۰۰۰ فقره است. پردازش و محاسبه شاخص‌های شبکه با

[1] Essential Science Indicators (ESI)
[2] Web of Science Core Collection (WOSCC)
[3] Web Scraping
[4] MiMFa Scraper

استفاده از نرم‌افزار میمفا راور دیتالب[1] و زبان برنامه‌نویسی سی شارپ[2] انجام گرفت. برای روشن‌تر شدن منطق محاسبه شاخص‌های پژوهش، ساختار مفهومی شبکه استنادی ایگومحور، تمایز آلترهای وابسته و مستقل و هم چنین تعریف عملیاتی متغیرهای پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمایش مفهومی شبکه استنادی ایگومحور و نحوه محاسبه شاخص های وابستگی و عدم وابستگی

همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، مقاله کانونی یا ایگو در مرکز شبکه قرار دارد و مقالات استناددهنده یا آلترها پیرامون آن قرار می‌گیرند. آلترهایی که علاوه بر استناد به مقاله کانونی، به یک یا چند منبع مورد استناد آن نیز ارجاع داده‌اند، آلترهای وابسته محسوب می‌شوند؛ در مقابل، آلترهایی که فقط به مقاله کانونی استناد کرده‌اند و به منابع آن ارجاع نداده‌اند، آلترهای مستقل هستند. بر این اساس، وابستگی مطلق برابر با تعداد آلترهای وابسته و عدم وابستگی مطلق برابر با تعداد آلترهای مستقل است. وابستگی نسبی و عدم وابستگی نسبی نیز از نسبت این مقادیر به کل آلترهای شبکه به دست می‌آیند.(Bu et al., 2021; Neamatollahi et al., 2024) . داده‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل تحلیل و مصورسازی شبکه‌ها و نمودارها با نرم‌افزار گفی[3] و فلوریش[4] انجام شد. در بخش یافته‌ها جداول مرتبط با ۱۰ مدرک برتر رتبه‌بندی شده از نظر شاخص‌های وابستگی مطلق و نسبی و عدم وابستگی مطلق و نسبی در قلمرو موضوعی علوم رایانه ارائه می گردد.

[1] MiMFa RAVAR DataLab
[2] C#
[3] Gephi
[4] Flourish

زودآیند ویرایش نشده

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش. وابستگی مطلق و وابستگی نسبی در شبکه استنادی ایگومحور انتشارات علمی پژوهشگران پراستناد ایرانی علوم رایانه چگونه است؟

جدول ۲ بر اساس شاخص عدم وابستگی مطلق و به‌صورت نزولی رتبه‌بندی شده است؛ بنابراین، مقالاتی در رتبه‌های بالاتر قرار گرفته‌اند که تعداد بیشتری از آلترهای مستقل را در شبکه استنادی ایگومحور خود نشان می‌دهند.

جدول ۱. وابستگی مطلق و نسبی شبکه استنادی ایگومحور مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه

رتبه	نویسنده	عنوان منبع کانونی (سال انتشار)	تعداد استناد	تعداد منابع ایگو	وابستگی مطلق	وابستگی نسبی	منابع استنادشده ایگو
1	Heidari, Ali Asghar	Slime mould algorithm: A ne w method for stochastic optimization (2020)	1781	76	1418	0.8	75
2	Heidari, Ali Asghar	Hunger games search: Visions, conception, implementation, deep analysis, perspectives, and towards performance shifts (2021)	697	142	619	0.89	128
3	Heidari, Ali Asghar	RUN beyond the metaphor: An efficient optimization algorithm based on Runge Kutta method (2021)	624	76	561	0.9	74
4	Heidari, Ali Asghar	An efficient binary Salp Swarm Algorithm with crossover scheme for feature selection problems (2018)	480	56	446	0.93	52
5	Heidari, Ali Asghar	An efficient modified grey wolf optimizer with Levy flight for optimization tasks (2018)	317	68	289	0.91	54
6	Heidari, Ali Asghar	Binary dragonfly optimization for feature selection using time-varying transfer functions(2018)	294	46	270	0.92	42
7	Heidari, Ali Asghar	Evolutionary Population Dynamics and Grasshopper Optimization approaches for feature selection problems(2018)	309	56	264	0.85	52
8	Heidari, Ali Asghar	An efficient salp swarm-inspired algorithm for parameters identification of photovoltaic cell models (2019)	282	45	257	0.91	44
9	Heidari, Ali Asghar	INFO: An efficient optimization algorithm based on weighted mean of vectors (2022)	288	82	254	0.88	66
10	Heidari, Ali Asghar	Multi-population differential evolution-assisted Harris hawks optimization: Framework and case studies (2020)	265	121	244	0.92	111

یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که مقالات پراستناد منتخب در قلمرو علوم رایانه از سطوح بالای وابستگی نسبی

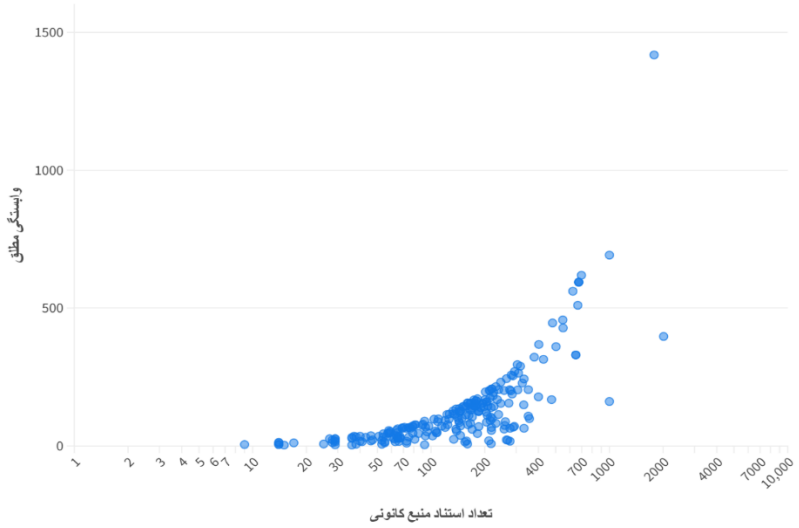
و مطلق در شبکه‌های استنادی ایگومحور برخوردارند. به‌طور کلی، وابستگی نسبی در تمامی مقالات بررسی‌شده بین ۰٫۸تا ۰٫۹۳ متغیر است که بیانگر آن است که بخش عمده‌ای از مقالات استناددهنده (آلترها)، علاوه بر مقاله کانونی، به منابع مرجع آن نیز استناد کرده‌اند. این الگو نشان‌دهنده شکل‌گیری خوشه‌های دانشی منسجم و همگرا پیرامون این آثار است.

مطابق با یافته های جدول ۱ که بر اساس شاخص وابستگی مطلق رتبه گرفته است، مقاله *Slime mould algorithm: A new method for stochastic optimization* (2020) با وابستگی نسبی ۰٫۸ و وابستگی مطلق ۱٤۱۸، بالاترین مقدار وابستگی مطلق را در میان آثار بررسی‌شده به خود اختصاص داده است. این در حالی است که تعداد منابع ایگو (۷٦ منبع) و تعداد استنادهای دریافتی (۱۷۸۱ استناد) نیز نسبتاً بالا است. این ترکیب نشان می‌دهد که این مقاله نه‌تنها به‌شدت مورد توجه جامعه علمی قرار گرفته، بلکه استنادهای آن عمدتاً در چارچوب یک جریان پژوهشی مشترک و مبتنی بر منابع بنیادین شکل گرفته‌اند؛ وضعیتی که معمولاً برای مقالات پارادایم‌ساز یا هسته‌ای در یک قلمرو نوظهور مشاهده می‌شود.

مقاله Hunger games search (2021) با وجود تعداد استناد کمتر (٦۹۷ استناد)، دارای وابستگی نسبی بسیار بالا (۰٫۸۹) است. تأثیرگذاری این مقاله بیش از آنکه از طریق پراکندگی میان قلمروهای مختلف باشد، از طریق تعمیق و تثبیت یک چارچوب مفهومی مشخص تحقق یافته است. الگوی مشابهی در مقاله RUN beyond the metaphor (2021) با وابستگی نسبی ۰٫۹۰ مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده تداوم جریان‌های پژوهشی مبتنی بر الگوریتم‌های عددی الهام‌گرفته از روش‌های کلاسیک است. یافته ها هم چنین بیانگر رابطه نسبتاً متوازن میان تعداد منابع ایگو و وابستگی مطلق است. مقالاتی که دارای فهرست منابع گسترده‌تر هستند (مانند منابع ردیف ۲ و ۱۰)، عموماً وابستگی مطلق بالاتری نیز نشان می‌دهند. این یافته می‌تواند حاکی از آن باشد که غنای نظری و تنوع منابع در مقاله کانونی، احتمال هم‌پوشانی استنادی آلترها با منابع آن را افزایش داده و در نتیجه، انسجام شبکه استنادی را تقویت کرده است.

در مجموع، الگوی غالب در این جدول نشان می‌دهد که تأثیرگذاری علمی مقالات پراستناد ایرانی علوم رایانه، به‌ویژه در قلمرو الگوریتم‌های بهینه‌سازی، عمدتاً از نوع تأثیرگذاری وابسته و خوشه‌ای است. این امر بیانگر آن است که این آثار بیش از آنکه ایده‌ها را به‌صورت پراکنده در قلمروهای نامرتبط منتشر کنند، نقش محوری در شکل‌دهی، تثبیت و توسعه جریان‌های پژوهشی منسجم ایفاء کرده‌اند. چنین الگویی، به‌ویژه در ارزیابی‌های سیاست‌گذاری علم، می‌تواند به‌عنوان نشانه‌ای از انتشار دانش بنیادین با ظرفیت هدایت پژوهش‌های آتی تلقی شود.

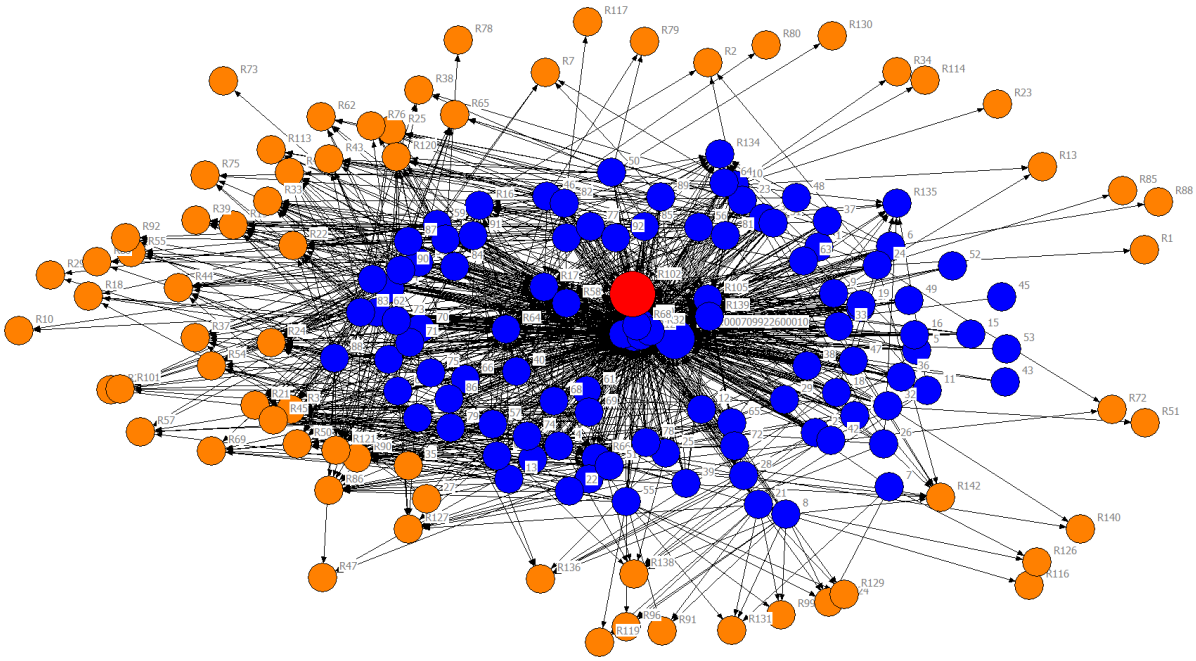
زودآیند ویرایش نشده



نمودار ۱. شاخص وابستگی مطلق در انتشارات علمی پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه

نمودار ۱ رابطه میان تعداد استنادهای دریافتی مقاله کانونی و شاخص وابستگی مطلق را در مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه نشان می‌دهد. الگوی پراکندگی نقاط حاکی از آن است که در بسیاری از موارد، مقالات دارای تعداد استناد بالاتر، مقادیر بیشتری از وابستگی مطلق را نیز نشان می‌دهند. این روند بیانگر آن است که برخی مقالات بسیار پراستناد، علاوه بر جذب تعداد زیادی از مقالات استناددهنده، با همپوشانی بیشتری میان منابع مورد استناد خود و منابع مورد استفاده آلترها همراه بوده‌اند. چنین الگویی را می‌توان نشانه‌ای از تمرکز استنادی، انسجام دانشی و شکل‌گیری جریان‌های پژوهشی مشترک پیرامون برخی مقالات کانونی دانست؛ الگویی که با تبیین‌های پیشین درباره نقش ساختارهای استنادی منسجم در بازنمایی تأثیر علمی همخوان است (Stern & Tol, 2021). با این حال، تفسیر نمودار حاضر صرفاً بر مبنای الگوی بصری پراکندگی نقاط انجام شده و به‌منزله گزارش یک رابطه آماری معنادار تلقی نمی‌شود.

تراکم بالای نقاط در ناحیه پایین–چپ نمودار (استنادهای کمتر از ۲۰۰ و وابستگی مطلق زیر ۲۵۰) نشان‌دهنده آن است که اگرچه تمامی مقالات جزء مقالات پراستناد هستند، اما وابستگی مطلق محدودی دارند و استناددهندگان به آن‌ها کمتر به منابع اولیه مقاله کانونی استناد داده‌اند. با افزایش تعداد استنادها به بیش از ۳۰۰–۲۰۰، پراکندگی نقاط افزایش می‌یابد و وابستگی مطلق به طور چشمگیری رشد می‌کند. این پدیده بیانگر تنوع و قدرت تأثیرگذاری مقالات با استناد بالاتر است که توانسته‌اند آلترهای بیشتری را به سمت استفاده از منابع بنیادین خود هدایت کنند. در ناحیه راست نمودار، نقاطی با تعداد استناد بالای ۷۰۰ مشاهده می‌شود که وابستگی مطلق آن‌ها اغلب بیش از ۱۰۰۰ و در موارد برجسته تا حدود ۱۵۰۰–۱۴۰۰ است. به‌منظور تبیین چگونگی شکل‌گیری شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور، دو شبکه نمونه از میان مقالات جامعه پژوهش انتخاب و به‌صورت کیفی بررسی شدند. این نقشه‌ها (نقشه ۱ و ۲) صرفاً برای نمایش ساختار شبکه و تفسیر شاخص‌ها ارائه شده‌اند.



نقشه ۱. نمونه‌ای از شبکه استنادی ایگومحور برای تبیین شاخص وابستگی

راهنما: در این شبکه، گره قرمز نشان‌دهنده مقاله کانونی، گره‌های آبی نشان‌دهنده آلترها، و گره‌های نارنجی نشان‌دهنده منابع مورد استناد مقاله کانونی هستند که توسط آلترها نیز مورد استناد قرار گرفته‌اند. خطوط جهت‌دار روابط استنادی میان گره‌ها را نشان می‌دهند.

مطابق نقشه ۱، شبکه استنادی ایگومحور مقاله Boosted kernel search: Framework, analysis and case studies on the economic emission dispatch problem به عنوان نمونه انتخاب شده است؛ زیرا در میان مقالات بررسی‌شده، یکی از بالاترین مقادیر شاخص وابستگی نسبی (۰,۹۸) را داراست و از این‌رو، نمونه مناسبی برای تبیین ساختار شبکه استنادی با وابستگی بالا محسوب می‌شود. این مقاله با دریافت ۹۲ استناد، دارای وابستگی مطلق ۹۰ و وابستگی نسبی ۰,۹۸ است. این مقادیر نشان می‌دهد که تقریباً همه مقالات استنادکننده، علاوه بر مقاله کانونی، به منابع مورد استناد آن نیز ارجاع داده‌اند. بنابراین، شبکه پیرامون این مقاله از انسجام استنادی بالایی برخوردار است و استنادهای دریافتی آن عمدتاً در امتداد یک مسیر پژوهشی مشترک شکل گرفته‌اند. همچنین، وجود ۸۳ منبع مورد استناد در مقاله کانونی، بیانگر پشتوانه نظری گسترده و نقش مؤثر آن در شکل‌گیری و تداوم یک جریان پژوهشی منسجم در بهینه‌سازی و مسائل انرژی است.

پاسخ به پرسش دوم پژوهش. عدم وابستگی مطلق و عدم وابستگی نسبی در شبکه استنادی ایگومحور انتشارات علمی پژوهشگران پراستناد ایرانی علوم رایانه چگونه است؟

زودآیند ویرایش نشده

جدول ۲. عدم وابستگی مطلق و نسبی شبکه استنادی ایگومحور انتشارات علمی پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه

ردیف	نویسنده	عنوان منبع کانونی (سال انتشار)	تعداد استناد	عدم وابستگی مطلق	عدم وابستگی نسبی
1	Heidari, Ali Asghar	Slime mould algorithm: A new method for stochastic optimization (2020)	1781	363	0.2
2	Heidari, Ali Asghar	Hunger games search: Visions, conception, implementation, deep analysis, perspectives, and towards performance shifts (2021)	697	78	0.11
3	Heidari, Ali Asghar	Directional mutation and crossover boosted ant colony optimization with application to COVID-19 X-ray image segmentation (2022)	138	77	0.56
4	Heidari, Ali Asghar	Multi-objective optimization and multi-criteria decision-making methods for optimal design of standalone photovoltaic system: A comprehensive review (2021)	146	74	0.51
5	Heidari, Ali Asghar	RUN beyond the metaphor: An efficient optimization algorithm based on Runge Kutta method (2021)	624	63	0.1
6	Heidari, Ali Asghar	Multilevel threshold image segmentation for COVID-19 chest radiography: A framework using horizontal and vertical multiverse optimization (2022)	107	59	0.55
7	Heidari, Ali Asghar	Medical image augmentation for lesion detection using a texture-constrained multichannel progressive GAN (2022)	81	57	0.7
8	Heidari, Ali Asghar	Accurate iris segmentation and recognition using an end-to-end unified framework based on MADNet and DSANet (2023)	66	50	0.76
9	Heidari, Ali Asghar	Generative Adversarial Networks in Medical Image augmentation: A review (2022)	149	48	0.32
10	Heidari, Ali Asghar	Evolutionary Population Dynamics and Grasshopper Optimization approaches for feature selection problems(2018)	309	45	0.15

به‌منظور تبیین الگوهای عدم وابستگی استنادی در شبکه‌های استنادی ایگومحور، مقالات پراستناد علوم رایانه بر اساس دو شاخص «عدم وابستگی مطلق» و «عدم وابستگی نسبی» بررسی شدند. جدول ۲ مقالات را بر اساس شاخص عدم وابستگی مطلق به‌صورت نزولی رتبه‌بندی کرده است. لازم به تأکید است که الگوهای مطرح‌شده در ادامه، صرفاً بر اساس مشاهده و مقایسه توصیفی مقالات رتبه‌برتر جدول ۲ و با هدف تفسیر اکتشافی تفاوت‌های ساختاری شبکه‌ها ارائه شده‌اند. این الگوها حاصل خوشه‌بندی آماری یا روش‌های فاصله چندمتغیره نیستند و نباید به‌منزله خوشه‌های آماری معنادار یا طبقه‌بندی قطعی کل جامعه پژوهش تلقی شوند. اجرای خوشه‌بندی چندمتغیره برای سنجش معناداری این الگوها می‌تواند در پژوهش‌های آینده دنبال شود. بنابراین، الگوهای زیر به‌عنوان الگوهای مشاهده‌شده در میان مقالات برتر گزارش می‌شوند.

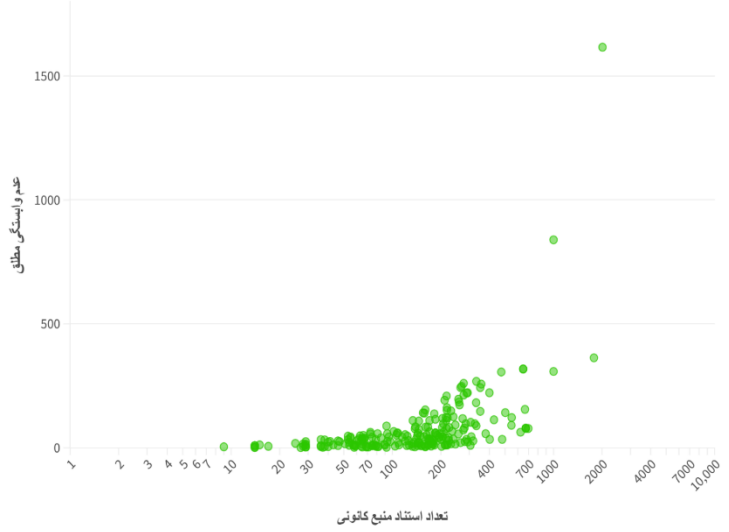
در الگوی نخست، برخی مقالات با وجود تعداد استناد بسیار بالا، مقدار عدم وابستگی نسبی پایین‌تری دارند.

برای نمونه، مقاله *Slime mould algorithm: A new method for stochastic optimization* اثر Heidari (2020) با ۱۷۸۱ استناد و عدم وابستگی نسبی ۰٫۲۰، نمونه‌ای از الگوی نخست است. این الگو نشان می‌دهد که بخش مهمی از استنادهای دریافتی در چارچوب منابع مشترک و مسیرهای دانشی نزدیک به مقاله کانونی شکل گرفته‌اند. الگوی مشابهی در مقالات Hunger games search (2021) و RUN beyond the metaphor (2021) نیز مشاهده می‌شود.

در الگوی دوم، برخی مقالات با تعداد استناد متوسط، مقدار عدم وابستگی نسبی بالاتری نشان می‌دهند. برای نمونه، مقاله Multilevel threshold image segmentation for COVID-19 chest radiography (2022)با عدم وابستگی نسبی ۰٫۵۵ و مقاله Directional mutation and crossover boosted ant colony optimization (2022) با عدم وابستگی نسبی ۰٫۵۶، نشان‌دهنده استنادهایی هستند که بخش بیشتری از آن‌ها بدون ارجاع به منابع مقاله کانونی شکل گرفته‌اند.

در الگوی سوم، برخی مقالات مروری یا میان‌رشته‌ای نیز سطوح قابل توجهی از عدم وابستگی نسبی را نشان می‌دهند. مقاله Generative Adversarial Networks in Medical Image augmentation: A review (2022)با عدم وابستگی نسبی ۰٫۳۲ نمونه‌ای از این وضعیت است.

داده‌های مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که مقالات پراستناد ایرانی علوم رایانه، حتی در میان آثار دارای عدم وابستگی مطلق بالا، از نظر نسبت استنادهای مستقل الگوی یکسانی ندارند. این تفاوت حاکی از آن است که استفاده هم‌زمان از شاخص‌های مطلق و نسبی می‌تواند تصویر دقیق‌تری از نوع نفوذ علمی مقالات را فراهم کند. در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که مقالات پراستناد ایرانی علوم رایانه از الگوهای متنوعی از تأثیرگذاری علمی برخوردارند؛ این الگوها از مقالات بنیادین با شبکه‌های استنادی متمرکز تا آثار نوآورانه و مروری با استنادهای مستقل‌تر را شامل می‌شود. این تنوع، ضرورت به‌کارگیری هم‌زمان شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در ارزیابی دقیق‌تر نفوذ علمی را برجسته می‌سازد.

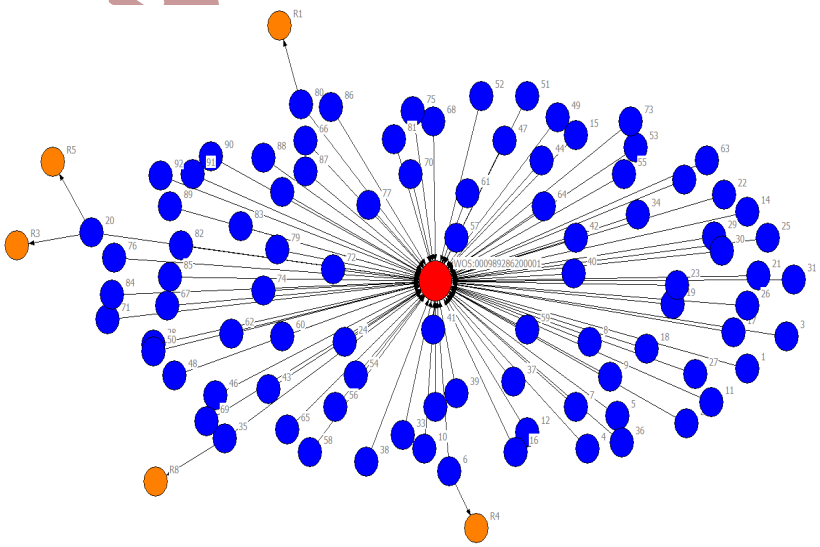


زودآیند ویرایش نشده

نمودار ۲. شاخص عدم وابستگی مطلق در انتشارات علمی پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه

نمودار ۲ رابطه میان تعداد استناددهندگان مقاله کانونی و شاخص عدم وابستگی مطلق را در مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه نشان می‌دهد. الگوی پراکندگی نقاط حاکی از آن است که در بسیاری از موارد، مقالات دارای تعداد استناددهندگان بیشتر، مقادیر بالاتری از عدم وابستگی مطلق را نیز نشان می‌دهند. این روند بیانگر آن است که برخی مقالات پراستنادتر توانسته‌اند از سوی مجموعه‌ای متنوع‌تر از مقالات استناددهنده مورد توجه قرار گیرند؛ به‌گونه‌ای که بخشی از استنادهای دریافتی آن‌ها الزاماً بر منابع مرجع مقاله کانونی متکی نبوده است. از این منظر، عدم وابستگی مطلق بالا می‌تواند نشانه‌ای از گسترش ایده مقاله کانونی در مسیرهای استنادی مستقل‌تر و متنوع‌تر باشد و نشان دهد که نفوذ علمی برخی آثار صرفاً به یک خوشه استنادی متمرکز محدود نشده است.

تمرکز اصلی نقاط داده در بخش پایین و چپ نمودار، بیانگر مقالاتی با تعداد استناددهندگان نسبتاً کمتر، عموماً کمتر از ۲۰۰، و مقادیر پایین‌تر شاخص عدم وابستگی مطلق، عمدتاً زیر ۲۵۰، است. این الگو نشان می‌دهد که در این دسته از مقالات، استنادهای دریافتی بیشتر در چارچوب شبکه‌های استنادی همپوشان و نزدیک به منابع مرجع مقاله کانونی شکل گرفته‌اند. با حرکت به سمت مقادیر بالاتر محور افقی، به‌ویژه در بازه بیش از ۲۰۰ تا ۳۰۰ استناددهنده، پراکندگی نقاط افزایش می‌یابد که می‌تواند بیانگر تنوع بیشتر در مسیرهای استنادی مستقل پیرامون مقالات پراستنادتر باشد. همچنین، مشاهده نقاطی با تعداد استناددهندگان متوسط، حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰، و شاخص عدم وابستگی مطلق نسبتاً بالا، تقریباً ۲۵۰ تا ۵۰۰، نشان می‌دهد که برخی آثار، حتی با وجود برخورداری از سطح متوسطی از استناد، توانسته‌اند نفوذ علمی غیرمتمرکزتر و گسترده‌تری ایجاد کنند. در بخش راست نمودار نیز مقالاتی با تعداد استناددهندگان بسیار بالا، بیش از ۷۰۰، مشاهده می‌شوند که در بسیاری از موارد دارای مقادیر بالای عدم وابستگی مطلق هستند؛ این وضعیت می‌تواند نشانه‌ای از انتشار گسترده‌تر ایده مقاله کانونی در میان گروه‌هایی باشد که الزاماً از منابع اولیه آن استفاده نکرده‌اند. با این حال، تفسیر نمودار حاضر در سطح و بر مبنای الگوی بصری پراکندگی نقاط انجام می‌شود و نباید به‌عنوان گزارش یک رابطه آماری معنادار تلقی گردد.



نقشه ۲. نمونه‌ای از شبکه استنادی ایگومحور برای تبیین شاخص عدم وابستگی

راهنما: در این شبکه، گره قرمز نشان‌دهنده مقاله کانونی، گره‌های آبی نشان‌دهنده آلترها، و گره‌های نارنجی نشان‌دهنده منابع مورد استناد مقاله کانونی هستند که توسط آلترها نیز مورد استناد قرار گرفته‌اند. خطوط جهت‌دار روابط استنادی میان گره‌ها را نشان می‌دهند. در این شبکه، ساختار روابط استنادی به‌گونه‌ای است که الگوی عدم وابستگی در شبکه ایگومحور قابل مشاهده است.

مطابق نقشه ۲، شبکه استنادی ایگومحور مقاله Global investments in pandemic preparedness and COVID-19: development assistance and domestic spending on health between 1990 and 2026به‌عنوان نمونه انتخاب شده است؛ زیرا در میان مقالات بررسی‌شده، یکی از بالاترین مقادیر شاخص عدم وابستگی نسبی (۰,۹۶) را داراست و از این‌رو، نمونه مناسبی برای تبیین ساختار شبکه استنادی با عدم وابستگی بالا محسوب می‌شود. این مقاله با دریافت ۹۲ استناد، دارای عدم وابستگی مطلق ۸۸ و عدم وابستگی نسبی ۰,۹۶ است. این مقادیر نشان می‌دهد که بیش از ۹۵ درصد مقالات استناددهنده، تنها به مقاله کانونی استناد کرده‌اند و به منابع مورد استناد آن ارجاع نداده‌اند. در مقابل، وابستگی مطلق ٤ و وابستگی نسبی ۰,۰٤ بیانگر آن است که تنها تعداد محدودی از استناددهندگان، علاوه بر مقاله کانونی، به منابع مورد استناد آن نیز ارجاع داده‌اند.

این الگوی استنادی نشان می‌دهد که بخش عمده استنادهای دریافتی این مقاله، مستقل از پیشینه استنادی آن شکل گرفته است. چنین ساختاری می‌تواند بیانگر آن باشد که مقاله در شبکه استنادی خود، بیش از آنکه موجب تداوم مستقیم مسیرهای استنادی پیشین شود، به‌طور مستقل مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از این رو، این نمونه تفاوت میان شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی را در شبکه‌های استنادی ایگومحور را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با تحلیل نظام‌مند ۲۱۹ مقاله پراستناد از ٤٥ پژوهشگر ایرانی علوم رایانه در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳، به واکاوی الگوهای ساختاری وابستگی و عدم وابستگی در دو سطح مطلق و نسبی در چارچوب شبکه‌های استنادی ایگومحور پرداخت. این مطالعه با اتکاء به رویکرد تحلیل شبکه از سطح شاخص‌های کمّی متعارف فراتر رفت و با تمرکز بر ساختار روابط استنادی، کیفیت، جهت و ماهیت نفوذ علمی را در قالب مؤلفه‌هایی چون انسجام، هم‌گرایی، پراکندگی و استقلال تبیین می‌کند. بدین‌ترتیب، پژوهش حاضر تصویری چندبعدی از سازوکارهای شکل‌گیری جریان‌های فکری، تثبیت پارادایم‌ها و گسترش مرزهای دانش در علوم رایانه ایران را ارائه می‌دهد.

شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد علوم رایانه ایرانی از ساختاری پیچیده، چندسطحی و به‌شدت متأثر از ماهیت موضوع، نوع مقاله و درجه بلوغ قلمرو پژوهشی برخوردارند. برخلاف رویکردهای کلاسیک علم‌سنجی که اثرگذاری علمی را عمدتاً از طریق شمارش استنادها تفسیر می‌کنند، نتایج این مطالعه آشکار ساخت که فهم دقیق نفوذ علمی مستلزم تحلیل هم‌زمان وابستگی و عدم وابستگی در بستر شبکه‌ای است؛ رویکردی که با چارچوب‌های نظری یان و دینگ (Yan & Ding, 2010) و والتمن و وان اک (Waltman & Van Eck, 2015) در

زودآیند ویرایش نشده

تحلیل ساختار دانش و پویایی‌های استنادی هم‌راستا بوده و بر اهمیت بافت شبکه‌ای در تفسیر تأثیر علمی تأکید دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد که مقالات دارای مقادیر بالاتر وابستگی، به‌ویژه در قلمروهای بالغ‌تر و تخصصی‌تر، در قالب خوشه‌های استنادی متراکم‌تر و هم‌گراتر قابل تفسیر هستند.

در این خوشه‌ها، مقالات استناددهنده نه‌تنها به مقاله کانونی استناد داده‌اند، بلکه به همان منابع بنیادینی استناد کرده‌اند که مقاله ایگو نیز بر آن‌ها تکیه داشته است. چنین الگویی، به‌ویژه در قلمروهایی نظیر الگوریتم‌های فراابتکاری، بهینه‌سازی و تصویربرداری پزشکی، با مفهوم «مکتب فکری (White, 2000) و تحلیل شبکه‌های متراکم (Wasserman & Faust, 1994)هم‌خوانی دارد و یافته‌های یان و دینگ (Yan & Ding, 2012) و والتمن و وان اک (Waltman & Van Eck, 2015) درباره هم‌گرایی استنادی در قلمروهای بالغ را تأیید می‌کند. از این منظر، این آثار نه‌فقط مقالاتی با استناد بالا، بلکه کانون‌هایی برای تثبیت چارچوب‌های نظری و بازتولید هنجارهای معرفتی در جامعه علمی محسوب می‌شوند و نقشی پارادایم‌ساز ایفاء می‌کنند.

در مقابل، مقالات میان‌رشته‌ای و قلمروهای نوظهور، به‌ویژه قلمروهایی چون هوش مصنوعی و پزشکی، اینترنت اشیاء و انرژی، سطوح پایین‌تری از وابستگی نسبی و در مقابل، مقادیر بالاتری از عدم وابستگی نسبی را نشان دادند. این الگو نشان‌دهنده پراکندگی شناختی، تنوع رویکردهای روش‌شناختی و استقلال استنادی در مراحل آغازین تکوین قلمروهای علمی جدید است. این یافته با نتایج یان(Yan, 2016) ، ژائو و استرتمن (Zhao & Strotmann, 2018) و وایلنس (Wielens, 2014) هم‌راستا است که بر سیالیت ساختارهای استنادی در قلمروهای نوظهور تأکید کرده‌اند. در این چارچوب، عدم وابستگی بالا نه به‌عنوان نشانه ضعف انسجام، بلکه به‌مثابه شاخصی از نفوذ افقی، ظرفیت نوآوری مفهومی و امکان عبور از مرزهای دانشی تثبیت‌شده قابل تفسیر است. بررسی توصیفی الگوی پراکندگی داده‌ها نیز نشان داد که برخی مقالات دارای تعداد استناد بالاتر، در بسیاری از موارد با مقادیر بالاتری از وابستگی مطلق همراه بوده‌اند. این الگو می‌تواند نشان دهد که مقالات پراستناد، علاوه بر جذب توجه گسترده، در برخی موارد با بازانتشار منابع نظری مشترک و جهت‌دهی به رفتار استنادی جامعه علمی نیز همراه هستند. این الگو پیش‌تر توسط وست و همکاران (West, et al., 2010) و وانگ و همکاران(Wang, et al.,2013) به عنوان ویژگی آثار هسته‌ای در شبکه‌های علمی معرفی شده است.

از سوی دیگر، بررسی توصیفی شاخص‌های عدم وابستگی مطلق و نسبی نشان داد که مقالات دارای تعداد استناددهندگان بیشتر، در بسیاری از موارد ظرفیت بیشتری برای جذب استنادهای مستقل نیز نشان می‌دهند. این یافته، همسو با دیدگاه والتمن (Waltman, 2016) و یان و دینگ(Yan & Ding, 2010) ، بیانگر آن است که نفوذ علمی می‌تواند از دو مسیر مکمل و غیرمتعارض تحقق یابد: نخست، نفوذ عمیق و متمرکز در قالب خوشه‌های دانشی منسجم؛ و دوم، نفوذ گسترده و نوآورانه از طریق استنادهای پراکنده و میان‌رشته‌ای. در این چارچوب، مقالات مروری و میان‌رشته‌ای ـ همان‌گونه که وانگ و همکاران (Wang et al., 2013) و ووترز (Wouters, 1999) نیز تأکید

کرده‌اند، اغلب در مسیر دوم قرار می‌گیرند و نقش واسط و پیونددهنده میان قلمروهای دانشی را ایفاء می‌کنند. نوآوری اصلی پژوهش حاضر، به‌کارگیری هم‌زمان شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در تحلیل شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه است. نتایج نشان داد که این شاخص‌ها، در کنار سنجه‌های متداول علم‌سنجی، اطلاعاتی فراتر از تعداد استنادها در اختیار قرار می‌دهند و می‌توانند ابعاد متفاوتی از کیفیت اثرگذاری علمی، نحوه انتشار دانش و میزان استقلال یا همگرایی جریان‌های پژوهشی را آشکار سازند. از این منظر، تحلیل ساختار روابط استنادی می‌تواند مکمل مناسبی برای ارزیابی‌های متداول مبتنی بر شمارش استنادها باشد و تصویری جامع‌تر از جایگاه و نحوه اثرگذاری علمی مقالات ارائه دهد. همچنین، بر اساس پیشینه بررسی‌شده در این پژوهش، مطالعه‌ای یافت نشد که شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی را در شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی حوزه علوم رایانه به‌کار گرفته باشد. ازاین‌رو، پژوهش حاضر ضمن پوشش بخشی از این خلأ پژوهشی، شواهد تجربی لازم را برای کاربرد این شاخص‌ها در ارزیابی ساختاری اثرگذاری علمی فراهم می‌آورد و نشان می‌دهد که تحلیل هم‌زمان وابستگی و عدم وابستگی می‌تواند در کنار شاخص‌های متداول علم‌سنجی، به شناخت دقیق‌تر الگوهای تأثیرگذاری علمی و تمایز میان مسیرهای دانشی همگرا و مستقل کمک کند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی، تنها سنجه‌هایی برای توصیف روابط استنادی نیستند، بلکه قادرند ابعاد متفاوتی از کیفیت اثرگذاری علمی را آشکار سازند. ازاین‌رو، استفاده هم‌زمان از این شاخص‌ها، امکان تمایز میان الگوهای مختلف انتشار دانش، شناسایی آثار دارای نفوذ عمیق یا گسترده و تحلیل دقیق‌تر جریان‌های دانشی را فراهم می‌کند. این یافته، ظرفیت شبکه‌های استنادی ایگومحور را برای توسعه رویکردهای نوین ارزیابی علم و تکمیل شاخص‌های متداول علم‌سنجی نشان می‌دهد.

درجمع‌بندی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اتکاء صرف به شاخص‌های کمّی سنتی، تصویری تقلیل‌گرایانه از اثرگذاری علمی ارائه می‌دهد. در مقابل، تحلیل هم‌زمان وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور، امکان تمایز میان نفوذ عمیق، نفوذ گسترده، نقش‌های هسته‌ای، نقش‌های پیوندی و ظرفیت‌های نوآورانه را فراهم می‌سازد. چنین رویکردی می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر آثار بنیادین، رهبران فکری، حوزه‌های در حال بلوغ و قلمروهای نوظهور کمک کند و مبنایی نظری و تجربی برای توسعه چارچوب‌های پیشرفته علم‌سنجی فراهم آورد.

از منظر سیاست‌گذاری علم و فناوری، بهره‌گیری از این شاخص‌ها می‌تواند به طراحی نظام‌های ارزیابی چندبعدی، کاهش سوءگیری به نفع کمیت استناد، و حمایت هدفمند از پژوهش‌های نوآورانه و میان‌رشته‌ای منجر شود. همچنین، به‌کارگیری این شاخص‌ها در کنار سنجه‌هایی مانند تعداد استناد و شاخص اچ، می‌تواند ارزیابی جامع‌تر و واقع‌بینانه‌تری از کیفیت اثرگذاری پژوهش‌ها در اختیار سیاست‌گذاران، مدیران پژوهشی و نهادهای ارزیابی علم قرار دهد و زمینه را برای تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر در سیاست‌گذاری پژوهش و فناوری فراهم سازد. به طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تحلیل ساختار شبکه‌های استنادی ایگومحور می‌تواند تصویری دقیق‌تر از کیفیت و ماهیت اثرگذاری علمی نسبت به شاخص‌های صرفاً کمّی ارائه کند. از این‌رو، بهره‌گیری هم‌زمان از

زودآیند ویرایش نشده

شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در کنار سنجه‌های متداول علم‌سنجی، گامی مؤثر در جهت توسعه نظام‌های ارزیابی پژوهش مبتنی بر کیفیت، شناسایی آثار جریان‌ساز و حمایت از پژوهش‌های نوآورانه خواهد بود.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

با توجه به یافته‌های پژوهش که نشان‌دهنده الگوهای وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد ایرانی علوم رایانه است، پیشنهادهای اجرایی زیر برای کاربرد عملی این نتایج در نظام علم و فناوری ارائه می‌شود:

۱. با توجه به اینکه نتایج پژوهش نشان داد تعداد استناد به‌تنهایی بیانگر کیفیت اثرگذاری علمی نیست، پیشنهاد می‌شود نهادهای سیاست‌گذاری علم، شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی را در کنار شاخص‌های سنتی (مانند تعداد استنادها و شاخص اچ) در ارزیابی پژوهشگران و مقالات به کار گیرند. این رویکرد امکان شناسایی آثار بنیادین (با وابستگی بالا) و آثار نوآورانه (با عدم وابستگی بالا) را فراهم می‌کند.

۲. با توجه به کاربرد شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها ابزارهای نرم‌افزاری داخلی طراحی کنند که شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی را به صورت خودکار محاسبه کنند. این ابزارها می‌توانند در دسترس پژوهشگران ایرانی قرار گیرند تا محدودیت‌های دسترسی به داده‌های بین‌المللی را کاهش دهند.

۳. با توجه به تفاوت الگوهای وابستگی در حوزه‌های مختلف علوم رایانه، دانشگاه‌ها و انجمن‌های علمی می‌توانند کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برگزار کنند تا پژوهشگران را با مفاهیم وابستگی و عدم وابستگی آشنا سازند. این آموزش‌ها می‌توانند بر تقویت انسجام فکری در حوزه‌های تخصصی و تشویق پژوهش‌های میان‌رشته‌ای تمرکز کنند

٤. با توجه به اینکه یافته‌های پژوهش وجود الگوهای متفاوت وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی مقالات پراستناد علوم رایانه را نشان داد، پیشنهاد می‌شود نهادهایی مانند شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) با بهره‌گیری از شبکه‌های استنادی ایگومحور، نظامی برای پایش مستمر جریان‌های دانشی ایجاد کنند تا تغییرات الگوهای وابستگی و عدم وابستگی در دوره‌های زمانی مختلف رصد شود. چنین پایشی می‌تواند به شناسایی حوزه‌های علمی در حال بلوغ، قلمروهای نوظهور، روندهای تحول دانش و اولویت‌بندی سیاست‌های حمایتی در نظام علم و فناوری کشور کمک کند.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

بر اساس شکاف‌های دانشی شناسایی‌شده در پژوهش و با تمرکز بر گسترش تحلیل‌های شبکه‌ای در علوم رایانه،

پیشنهادهای زیر برای پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود:

۱. مقاله حاضر تنها بر مقالات پراستناد پژوهشگران ایرانی علوم رایانه متمرکز بود، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده الگوهای وابستگی و عدم وابستگی در شبکه‌های استنادی ایگومحور مقالات پراستناد علوم رایانه ایران را با کشورهای دیگر (مانند چین، ایالات متحده یا هند) مقایسه کنند تا جایگاه ایران در اکوسیستم جهانی دانش تبیین شود.

۲. این مقاله مقطع زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ را به‌صورت تجمیعی بررسی کرد مطالعات آتی می‌توانند با تمرکز بر بازه‌های زمانی کوتاه‌تر (مانند سالانه)، مراحل شکل‌گیری، تثبیت یا افول خوشه‌های استنادی و جریان‌های فکری نوظهور را شناسایی کنند.

۳. یافته‌ها نشان دادند قلمرو موضوعی بر شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی اثرگذار است، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی نقش عواملی مانند نوع مقاله (پژوهشی، مروری یا میان‌رشته‌ای)، الگوهای هم‌نویسندگی و تنوع منابع مرجع به صورت نظام‌مند در تبیین سطوح وابستگی و عدم وابستگی تحلیل شود.

٤. این مقاله بر شبکه‌های ایگومحور متمرکز بود. پیشنهاد می‌شود پژوهشی به مقایسه مزایا، تفاوت‌ها و محدودیت‌های تحلیل شبکه‌های ایگومحور و کل‌محور در حوزه‌های موضوعی متفاوت (مانند علوم رایانه و مهندسی) بپردازد.

۵ از آنجا که مقاله حاضر بر تحلیل روابط استنادی میان مقاله کانونی، منابع مورد استناد و مقالات استناددهنده در شبکه‌های ایگومحور متمرکز بود، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده سایر سطوح و موجودیت‌های این شبکه‌ها، از جمله روابط میان نویسندگان، مجلات، مؤسسات یا کشورها را نیز مورد بررسی قرار دهند. این رویکرد می‌تواند درک جامع‌تری از الگوهای تولید، انتشار و جریان دانش فراهم آورد و نقش عوامل مختلف را در شکل‌گیری ساختارهای استنادی روشن‌تر سازد.

٦. این مقاله تنها روابط میان مقاله کانونی، منابع و استناددهندگان را بررسی کرد، مطالعات آتی می‌توانند شاخص‌های وابستگی و عدم وابستگی را با روش‌های کیفی مانند تحلیل محتوای مقالات ترکیب کنند تا نظام‌های ارزیابی چندبعدی طراحی شود. این ترکیب می‌تواند به شناسایی زودهنگام آثار پیشگام و حمایت از پژوهش‌های جریان‌ساز در سیاست‌گذاری علم کمک کند.

۷. با توجه به اینکه این مقاله بر شاخص‌های ساختاری مبتنی بود، پژوهش‌های آینده می‌توانند تأثیر عوامل خارجی مانند تحریم‌های بین‌المللی، دسترسی به پایگاه‌های داده و همکاری‌های فراملی بر سطوح وابستگی و عدم وابستگی در علوم رایانه ایران را ارزیابی کنند.

۸. با توجه به حجم بالای داده‌های استنادی پردازش‌شده در این مقاله ، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بعدی از تکنیک‌های یادگیری ماشین (مانند شبکه‌های عصبی گراف) برای محاسبه خودکار و پیش‌بینی شاخص‌های

وابستگی و عدم وابستگی استفاده کنند. این رویکرد می‌تواند مقیاس‌پذیری تحلیل‌ها را افزایش دهد و کاربرد آن در حوزه‌های بزرگ‌تر را تسهیل نماید.

بیانیه‌ها و شفافیت پژوهش

بیانیه‌ی تعارض منافع و اخلاق پژوهش

نویسنده(گان) این اثر اعلام می‌دارد/ می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع مالی یا غیرمالی در فرایند پژوهش و انتشار این دست‌نوشته وجود ندارد. همچنین، نویسندگان متعهد می‌شوند که تمامی اصول اخلاق نشر- شامل اصالت اثر و پرهیز از سرقت ادبی، اخذ رضایت آگاهانه، پرهیز از ساخت و دستکاری داده‌ها (جعل و تحریف)، خودداری از ارسال موازی و انتشار چندباره، و پایبندی به دستورالعمل مجله پیرامون کاربرد فناوری‌های هوش مصنوعی- را به‌دقت رعایت کرده‌اند.

گرنت‌ها و حمایت مالی

این مطالعه حاصل پژوهشی مستقل است و هیچ‌گونه حمایت مالی یا گرنت پژوهشی از سازمان‌های دولتی، تجاری (خصوصی) یا بخش غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

سهم/ مشارکت نویسندگان

فرشید دانش: (مفهوم‌سازی، روش شناسی، تحلیل رسمی، فراهم‌آوری منابع، نگارش، بازبینی و ویرایش، سرپرستی، مدیریت پروژه، کسب حمایت مالی)؛ زهرا نعمت الهی: (نرم‌افزار، اعتبارسنجی، بررسی و کاوش، مدیریت داده‌ها، نگارش پیش‌نویس اولیه، تصویرسازی). همه نویسندگان نسخه نهایی دست‌نوشته را مطالعه و تأیید کرده‌اند.

دسترسی‌پذیری داده‌ها

داده‌های پشتیبان یافته‌های این پژوهش همزمان با ارسال نسخه اولیه دستنوشته در اختیار مجله قرار گرفته و هم اکنون نیز در مخزن عمومی *Zenodo* با شناسه دیجیتال پیوسته به نشانی https://doi.org/10.5281/zenodo.24030158 بارگذاری شده و به‌صورت آزاد در دسترس است.

تقدیر و تشکر

مقاله مستخرج از طرح پژوهشی موظف ومصوب با عنوان" ساختار چندبعدی شبکه‌های استنادی انتشارات پژوهشگران پراستناد ایرانی علوم رایانه "است که توسط معاونت پژوهشی موسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) مصوب شده است.

فهرست منابع

تاج‌الدینی، ا.، سهیلی، ف.، و سادات موسوی، ع. (۱۳۹۸). سنجه‌های مرکزیت در شبکه‌های هم نویسندگی: هم‌افزایی

یا هم زدایی در عملکرد پژوهشی پژوهشگران. *فصلنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*.۳٤(۳)، ۱٤۳۳-۱٤۵۲.
https://doi.org/10.35050/JIPM010.2019.044

جعفری، ح. (۱۳۹٤). *تحلیل استنادی و ترسیم نقشه تولیدات عملی دانشمندان حوزه فیزیک هسته‌ای ایران در پایگاه استنادی علوم از ابتدا تا سال ۲۰۱۳* [پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشر نشده]. دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه علامه طباطبایی. https://elmnet.ir/doc/10933738-94951

حسن‌زاده، م. ، خدادوست، ر.، زندیان، ف. (۱۳۹۱). بررسی شاخص‌های هم تألیفی، مرکزیت بینیت و چاله‌های ساختاری دانشمندان نانو فناوری ایران نمایه شده در نمایه استنادی علوم (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱). *پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۲۸ (۱)، ۲٤۹-۲۲۳. https://jipm.irandoc.ac.ir/article_699192.html

سهیلی، ف.، عصاره، ف. (۱۳۹۲). مفاهیم مرکزیت و تراکم در شبکه‌های علمی و اجتماعی. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲٤ (۳)، ۹۲-۱۰۸. https://nastinfo.nlai.ir/article_64.html

نعمت‌الهی، ز.، خادمی‌زاده، ش.، دانش، ف.، و قضاوی، ر.(۱٤۰۲). پایش شبکه‌های استنادی ایگومحور مهندسی هوافضا و فناوری هسته‌ای .*کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۲٦ (٤)، ۲۵۸-۲۳۳.
https://doi.org/10.30481/lis.2023.423613.2115

نعمت الهی، ز.، خادمی زاده، ش.، دانش، ف.، و قضاوی، ر. (۱٤۰۳). شاخص‌های شبکه‌های ایگومحور: مرور نظام‌مند. *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۵(۱)، ۳۹-۷٤.
https://doi.org/10.30484/nastinfo.2023.3479.2239

نوروزی چاکلی، ع. (۱۳۹۰). *آشنایی با علم سنجی*.تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی؛ دانشگاه شاهد.

یمین فیروز، م.، طهماسبی، خ.، امیری، س.، و یداله پور، م. (۱٤۰۰). تحلیل استناد، خوداستنادی و شاخص اچ در مطالعات مذهبی جهان: یک مطالعه علم سنجی. *قرآن و طب*، ٦(۲)، ۳۲-٤۰.
https://www.sid.ir/paper/1012540/fa

Aksnes, D. W., Langfeldt, L., & Wouters, P. (2019). Citations, citation indicators, and research quality: An overview of basic concepts and theories. *SAGE Open*, *9*(1), Article 2158244019829575. https://doi.org/10.1177/2158244019829575

Brin, S., & Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems*, *30*(1–7), 107–117. https://doi.org/10.1016/S0169-7552(98)00110-X

Bu, Y., Waltman, L., & Huang, Y. (2021). A multidimensional framework for characterizing the citation impact of scientific publications. *Quantitative Science Studies*, *2*(1), 155–183. https://doi.org/10.1162/qss_a_00109.

Chakraborty, T., Joshi, A., Paul, P. S., & Bhatia, S. (2021). Wider, or deeper! on predicting future of scientific articles by influence dispersion tree. In *Springer eBooks* (pp. 151–176). https://doi.org/10.1007/978-3-030-86668-6_7

Crane, D. (1972). *Invisible colleges: Diffusion of knowledge in scientific communities*. University of Chicago Press. https://search.worldcat.org/title/1165034

Chen, C., Ibekwe-SanJuan, F., & Hou, J. (2010). The structure and dynamics of co-citation clusters: A multiple-perspective co-citation analysis. *Journal of the Ameri-*

can Society for Information Science and Technology, 61(7), 1386–1409. https://doi.org/10.1002/asi.21309

Devarakonda, S., Korobskiy, D., Warnow, T., & Chacko, G. (2020). Viewing computer science through citation analysis: Salton and Bergmark Redux. *Scientometrics*, 125, 2485–2509. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03624-0

Ding, Y. (2019). Exploring direct citations between citing publications. *Journal of Information Science*, *45*(3), 365–378. https://doi.org/10.1177/0165551518809712.

Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, *1*(3), 215–239. https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7

Garfield, E. (1964). Science Citation Index—A new dimension in indexing. *Science*, *144*(3619), 649–654. https://doi.org/10.1126/science.144.3619.649

Garfield, E. (1972). Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*, *178*(4060), 471–479. https://doi.org/10.1126/science.178.4060.471.

Hassanzadeh, M., Khodadoust, R., & Zandian, F. (2012). An analysis of co-authorship indicators, betweenness centrality, and structural holes of Iranian nanotechnology scientists indexed in the Science Citation Index (1991–2011). *Information Processing and Management Quarterly*, *28*(1), 223–249. https://jipm.irandoc.ac.ir/article_699192.html **[In Persian]**.

Jafari, H. (2015). *Citation Analysis and Mapping of the Scientific Output of Iranian Nuclear Physicists in the Science Citation Index from the Beginning to 2013* [Unpublished master's dissertation]. Allameh Tabataba'i University, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Tehran, Iran. https://elmnet.ir/doc/10933738-94951 **[In Persian]**.

Kleinberg, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM*, *46*(5), 604–632. https://doi.org/10.1145/324133.324140

Klemiński, R., Kazienko, P., & Kajdanowicz, T. (2022). Analysis of direct citation, co-citation and bibliographic coupling in scientific topic identification. *Journal of Information Science*, 48(6), 793–81. https://doi.org/10.1177/0165551520962775.

Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions: 50th anniversary edition* (4th ed.; I. Hacking, Intro.). University of Chicago Press. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/S/bo13179781.html

Leydesdorff, L. (2007). Scientific communication and cognitive codification: Social systems theory and the sociology of scientific knowledge. *European journal of social theory*, *10*(3), 375-388. https://doi.org/10.1177/1368431007080701

McCarty, C., Lubbers, M. J., Vacca, R., & Molina, J. L. (2019). *Conducting personal network research: A practical guide*. Guilford Press. https://psycnet.apa.org/record/2019-08290-000

Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, *159*(3810), 56–63. https://doi.org/10.1126/science.159.3810.56

Merton, R. K. (1988). The Matthew effect in science, II: Cumulative advantage and the symbolism of intellectual property. *Isis*, *79*(4), 606–623. https://doi.org/10.1086/354848

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. https://doi.org/10.1002/asi.24047

Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015). A review of theory and practice in scientometrics. *European Journal of Operational Research, 246*(1), 1–19. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.002

Mohapatra, D., Maiti, A., Bhatia, S., & Chakraborty, T. (2019). Go wide, go deep: Quantifying the impact of scientific papers through influence dispersion trees. In *Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries* (pp. 305–314). https://doi.org/10.1109/JCDL.2019.00051.

Neamatollahi, Z., Khademizadeh, S., Danesh, F., & Ghazavi, R. (2024). Evaluate the Egocentric Citation Network of "Aerospace Engineering" and "Nuclear Technology", *Library and Information Science*, *26*(4), 233-258.https://doi.org/10.30481/lis.2023.423613.2115 **[In Persian].**

Neamatollahi, Z., Khademizadeh, S., Danesh, F., & Ghazavi, R. (2024). Ego-centric network indicators: A systematic review. *Library and Information Organization Studies*, *35*(1), 39–74. https://doi.org/10.30484/nastinfo.2023.3479.2239 **[In Persian]**

Nowrouzi Chakoli, A. (2011). *Introduction to Scientometrics*. Tehran: The Organization for Researching and Composing University Textbooks in the Humanities (SAMT), Center for Research and Development in the Humanities; Shahed University.

Perry, B. L., Pescosolido, B. A., & Borgatti, S. P. (2018). *Egocentric network analysis: Foundations, methods, and models*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316443255

Pham, M. C., Klamma, R., & Jarke, M. (2011). Development of computer science disciplines: A social network analysis approach. *Social Network Analysis and Mining*, 1(4), 321–340. https://doi.org/10.1007/s13278-011-0024-x

Price, D. (1965). Networks of scientific papers. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk, 90*(2), 349–359. https://doi.org/10.3367/UFNr.0090.196610h.0349

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press. https://www.simonandschuster.com/books/Diffusion-of-Innovations-5th-Edition/Everett-M-Rogers/9780743222099

Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, *24*(4), 265–269. https://doi.org/10.1002/asi.4630240406

Soheili, F., & Osareh, F. (2013). Concepts of centrality and density in scientific and social networks. *National Studies on Librarianship and Information Organization*, *24*(3), 92–108. https://nastinfo.nlai.ir/article_64.html **[In Persian]**

Stern, D. I., & Tol, R. S. J. (2021). Depth and breadth relevance in citation metrics. *Economic Inquiry*, *59*(3), 961–977. https://doi.org/10.1111/ecin.12994.

Tajeddini, U., Soheili, F., & Sadat Mousavi, A. (2019). Centrality metrics in co-authorship networks: Synergy or antagonism in researchers' scientific performance. *Information Processing and Management Quarterly*, *34*(3), 1433–1452. https://doi.org/10.22054/pimj.2019.41503.1710 **. [In Persian]**

Tang, K.-Y. (2021). Paradigm shifts in e-book-supported learning: Evidence from the Web of Science using a co-citation network analysis with an education focus (2010–2019). *Computers & Education*, *175*, Article 104323. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104323

Waltman, L. (2016). A review of the literature on citation impact indicators. *Journal of Informetrics*, *10*(2), 365–391. https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.007.

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. https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.08.001

Wang, D., Song, C., & Barabási, A.-L. (2013). Quantifying long-term scientific impact. *Science*, *342*(6154), 127–132. https://doi.org/10.1126/science.1237825

Wang, J., Veugelers, R., & Stephan, P. (2017). Bias against novelty in science: A cautionary tale for users of bibliometric indicators. *Research Policy*, *46*(8), 1416–1436. https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.006.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478

West, J. D., Bergstrom, T. C., & Bergstrom, C. T. (2010). The Eigenfactor Metrics™: A network approach to assessing scholarly journals. *College & Research Libraries*, *71*(3), 236–244. https://doi.org/10.5860/0710236

White, H. D. (2000). Toward ego-centered citation analysis. In B. Cronin & H. B. Atkins (Eds.), *The web of knowledge: A festschrift in honor of Eugene Garfield* (pp. 475–496). Information Today. https://store.infotoday.com/product/the-web-of-knowledge/?utm_source

Wielens, J. (2014). *Ego network analysis: An overview* (Bachelor's thesis). University of Mannheim. https://www.bwl.uni-mannheim.de/media/Lehrstuehle/bwl/Stahl/bachelorstheses/JohannaWielens.pdf

Wildgaard, L., Schneider, J. W., & Larsen, B. (2014). A review of the characteristics of 108 author-level bibliometric indicators. *Scientometrics*, *101*(1), 125–158. https://doi.org/10.1007/s11192-014-1423-3

Wouters, P. (1999). Beyond the holy grail: From citation theory to indicator theories. *Scientometrics*, *44*(3), 561–580. https://doi.org/10.1007/BF02458496

Wu, C., Hill, C., & Yan, E. (2017). Disciplinary knowledge diffusion in business research. *Journal of Informetrics*, *11*(2), 655–668. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.04.005

Wu, L., Wang, D., & Evans, J. A. (2019). Large teams develop and small teams disrupt science and technology. *Nature*, *566*(7744), 378–382. https://doi.org/10.1038/s41586-019-0941-9.

Yaminfirooz, M., Tahmasebi, S., Amiri, K., Yadollahpour, M. (2021). Citation analysis, self-citation, and h-Index in world religious studies: A scientometric study. *Journal of Quran and Medicine*, 6(1),32-40. https://www.sid.ir/paper/1012540/fa **[In Persian].**

Yan, E. (۲۰۱۶). Disciplinary knowledge production and diffusion in science. Journal of the Association for Information Science and Technology, ۶۷(۹), ۲۲۲۳–۲۲۴۵. https://doi.org/10.1002/asi.23541

Yan, E., & Ding, Y. (2010). Weighted citation: An indicator of an article's prestige. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *61*(8), 1635–1643. https://doi.org/10.1002/asi.21357

). Scholarly network similarities: How bibliographic coupling ۲۰۱۲Yan, E., & Ding, Y. (networks, citation networks, co-citation networks, topical networks, co-authorship networks, and co-word networks relate to each other. *Journal of the American* . ۱۳۲۶–۱۳۱۳), ۷(۶۳*Society for Information Science and Technology*, https://doi.org/10.1002/asi.22680

Yang, J., & Liu, Z. (2022). The effect of citation behaviour on knowledge diffusion and intellectual structure. *Journal of Informetrics, 16*(1), Article 101225. https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101225

Yang, J., Wu, L., & Lyu, L. (2024). Research on scientific knowledge evolution patterns based on ego-centered fine-granularity citation network. *Information Processing & .Management, 61*(4), Article 103766. https://doi.org/10.1016/j.ipm.2024.103766

Zhao, D., & Strotmann, A. (2018, September 12–14). *Location-filtered citation counting: How much of a difference does it make in research evaluation?* In *Proceedings of the 23rd International Conference on Science and Technology Indicators (STI 2018)*, Leiden, The Netherlands. Centre for Science and Technology Studies (CWTS), Leiden University. https://sti2018.cwts.nl/proceedings

Declarations and Research Transparency

Conflict of Interest and Ethical Statement

The author(s) declare(s) no conflict of interest regarding the publication of this manuscript. Furthermore, all ethical standards, including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication/falsification, duplicate publication, redundant submission, and the journal's policy on the use of artificial intelligence (AI), have been strictly observed.

Funding & Financial Support

This study was conducted as an independent research project and received no specific grant or financial support from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' Contributions/ CRediT Statement

Farshid Danesh (Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Resource Acquisition, Writing – review & editing, Supervision, Project administration, Funding acquisition); Zahra Neamatollahi(Writing– original draft, Software, Data curation, Validation, Visualization). All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Data Availability Statement

The supporting data for the findings of this research were provided to the journal at the time of initial manuscript submission and are now also deposited in the public repository Zenodo under the persistent digital identifier at the following addresshttps://doi.org/10.5281/zenodo.24030158 where they are freely available.

Acknowledgments

زودآیند ویرایش نشده

This article is derived from a mandatory research project entitled “The Multidimensional Structure of the Citation Networks of Publications by Highly Cited Iranian Computer Science Researchers,” which was formally approved by the Research Vice-Presidency of the Islamic World Science and Technology Monitoring and Citation Institute (ISC).

زودآیند ویرایش نشده